

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

MIYACHI et al.

Serial No. 09/866,797

Filed: May 30, 2001

For: LIQUID CRYSTAL DISPLAY APPARATUS

Atty. Ref.: 1035-326

Group:

Examiner:

* * * * *

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

It is respectfully requested that this application be given the benefit of the foreign filing date under the provisions of 35 U.S.C. §119 of the following, a certified copy of which is submitted herewith:

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
2000-163236	JAPAN	31 May 2000
2001-133547	JAPAN	27 April 2001

Respectfully submitted,

NIXON & VANDERHYE P.C.

June 13, 2001

By: H. Warren Burnam, Jr.
H. Warren Burnam, Jr.
Reg. No. 29,366

HWB:lsh
1100 North Glebe Road, 8th Floor
Arlington, VA 22201-4714
Telephone: (703) 816-4000
Facsimile: (703) 816-4100



日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#2
9-4-01
mami

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 5月31日

出願番号
Application Number:

特願2000-163236

出願人
Applicant(s):

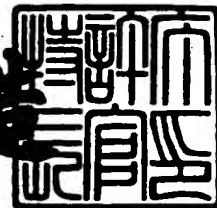
シャープ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出願番号 出願特2001-3014821

【書類名】 特許願

【整理番号】 00J01841

【提出日】 平成12年 5月31日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G02F 1/1335

【発明の名称】 液晶表示装置

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 宮地 弘一

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 山原 基裕

【特許出願人】

 【識別番号】 000005049

 【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100080034

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 原 謙三

 【電話番号】 06-6351-4384

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 003229

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003082

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画素に対応する画素電極が設けられた第 1 基板と、対向電極が設けられた第 2 基板と、当該両基板間に設けられた液晶層と、上記液晶層の両側に配された偏光素子とを有する液晶表示装置において、

上記液晶層は、上記画素電極と対向電極との間の電圧が、少なくとも予め定められる値の場合に、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御されると共に、

上記各偏光素子および液晶層の間にそれぞれ配され、面内方向のリターデーションが透過光の波長の略 4 分の 1 波長に設定されていると共に、互いの遅相軸が直交し、かつ、隣接する上記偏光素子の吸収軸と遅相軸とが 45 度の角度をなすように設定された 4 分の 1 波長層と、

上記 4 分の 1 波長層の少なくとも一方および液晶層の間に配され、面内方向の主屈折率を $n_x 1$ 、 $n_y 1$ 、法線方向の主屈折率を $n_z 1$ としたとき、主屈折率 $n_z 1$ が最も小さい負フィルムと、

上記偏光素子と 4 分の 1 波長層との間の少なくとも一方に配され、面内方向の主屈折率を $n_x 2$ 、 $n_y 2$ 、法線方向の主屈折率を $n_z 2$ としたとき、主屈折率 $n_z 2$ が最も大きな補償層とを備えていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】

上記補償層の各主屈折率は、 $n_x 2 = n_y 2 < n_z 2$ に設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

さらに、上記偏光素子と 4 分の 1 波長層との間の少なくとも一方に配され、面内方向の主屈折率を $n_x 3$ 、 $n_y 3$ 、法線方向の主屈折率を $n_z 3$ としたとき、 $n_x 3 > n_y 3$ であり、上記液晶層を基準に同じ側にある偏光素子の吸収軸と $n_y 3$ 軸とが平行となるように設定された偏光素子補償層が設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

画素に対応する画素電極が設けられた第 1 基板と、対向電極が設けられた第 2 基板と、当該両基板間に設けられた液晶層と、上記液晶層の両側に配された偏光素子とを有する液晶表示装置において、

上記液晶層は、上記画素電極と対向電極との間の電圧が、少なくとも予め定められる値の場合に、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御されると共に、

上記各偏光素子および液晶層の間にそれぞれ配され、面内方向のリターデーションが透過光の波長の略 4 分の 1 波長に設定されていると共に、互いの遅相軸が直交し、かつ、隣接する上記偏光素子の吸収軸と遅相軸とが 45 度の角度をなすように設定された 4 分の 1 波長層と、

上記 4 分の 1 波長層の少なくとも一方および液晶層の間に配され、面内方向の主屈折率を $n_x 1$ 、 $n_y 1$ 、法線方向の主屈折率を $n_z 1$ としたとき、主屈折率 $n_z 1$ が最も小さい負フィルムとを備え、

上記 4 分の 1 波長層は、面内方向の主屈折率を $n_x 4$ 、 $n_y 4$ 、法線方向の主屈折率を $n_z 4$ としたとき、 $(n_x 4 + n_y 4) / 2$ が概ね $n_z 4$ であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】

画素に対応する画素電極が設けられた第 1 基板と、対向電極が設けられた第 2 基板と、当該両基板間に設けられた液晶層と、上記液晶層の両側に配された偏光素子とを有する液晶表示装置において、

上記各偏光素子および液晶層の間にそれぞれ配され、面内方向のリターデーションが透過光の波長の略 4 分の 1 波長に設定されていると共に、互いの遅相軸が直交し、かつ、隣接する上記偏光素子の吸収軸と遅相軸とが 45 度の角度をなすように設定された 4 分の 1 波長層と、

上記 4 分の 1 波長層の少なくとも一方および液晶層の間に配され、面内方向の主屈折率を $n_x 1$ 、 $n_y 1$ 、法線方向の主屈折率を $n_z 1$ としたとき、主屈折率 $n_z 1$ が最も小さい負フィルムとを備え、

上記液晶層は、上記画素電極と対向電極との間の電圧が、少なくとも予め定め

られる値の場合に、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御されると共に、

上記4分の1波長層を含み、上記偏光素子から4分の1波長層までの厚み方向のリターデーション R_{th1} と、上記4分の1波長層を含まず、当該4分の1波長層から液晶層までのリターデーション R_{th2} とが、

$$R_{th2} / (R_{th1} + R_{th2}) \geq 0.1$$

を満たすことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】

上記負フィルムの各主屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} は、 $n_{x1} = n_{y1}$ に設定されていることを特徴とする請求項1、2、3、4または5記載の液晶表示装置。

【請求項7】

上記負フィルムは、上記4分の1波長層および液晶層の間の双方に配され、それぞれの主屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} は、互いに異なっており、

上記両負フィルムの n_{x1} 軸は、互いに直交していると共に、両負フィルムの n_{y1} 軸は、互いに直交していることを特徴とする請求項1、2、3、4または5記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば、放射状傾斜配向やマルチドメイン配向など、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御された液晶表示装置に関し、特に、配向状態の乱れなどに起因するザラツキを抑制して表示品位を向上可能な液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

例えば、ノートパソコンやワードプロセッサなどの表示画面として用いられている液晶表示装置では、液晶の光学異方性のため、CRTなどの表示装置に比べて、視野角が狭く、斜めから見た場合の表示品位が低下しがちである。したがって、例えば、特開平11-258605号公報や特開平11-109391号公

報では、液晶の配向方向に複数の領域を形成する、いわゆるマルチドメイン方式が提案されている。

【0003】

マルチドメイン方式の液晶表示装置の一例として、垂直配向膜と負の誘電異方性を持つ液晶を用いた垂直配向モードの液晶表示装置で、マルチドメイン化した構成について説明すると、電圧無印加状態では、液晶分子が垂直方向に配向している。この状態の液晶層に、偏光板から直線偏光が入射されると、液晶層が複屈折異方性を殆ど持たないので、偏光状態を維持したままの直線偏光が出射され、液晶層の反対側に配された偏光板で吸収される。この結果、液晶表示装置は、黒表示できる。

【0004】

これとは逆に、電圧が印加されると、図17に示すように、液晶表示装置101の液晶層111cでは、印加電圧に応じて液晶分子が傾斜する。なお、同図では、液晶分子の配向方向が連続的に変化する放射状傾斜配向の場合を示しており、同一画素内であっても、液晶分子の配向方向は、放射状傾斜の中心軸Aを中心に、一方の領域A101と他方の領域A102とで、互いに異なっている。この状態で、偏光板112aから液晶層111cへ直線偏光が入射されると、液晶層111cは、透過光に位相差を与えることができ、透過光の偏光状態を変更できる。したがって、液晶セル111からの出射光は、一般には、楕円偏光に変化する。

【0005】

当該楕円偏光が、液晶セル111の出射側に配された偏光板112bへ入射されると、電圧無印加時とは異なり、液晶層111cで与えられた位相差に応じた光量が透過する。したがって、液晶層111cへ印加する電圧を制御して、液晶分子の配向方向を調整することで、液晶表示装置101の出射光量を変更でき、階調表示が可能となる。

【0006】

ここで、上記液晶表示装置101では、1画素中であっても液晶分子の配向方向が互いに異なっているので、斜めから見ることで、ある液晶分子を透過した光

の出射光量が減少したとしても、当該液晶分子とは配向方向が異なる他の液晶分子の中には、出射光量を増加させるものも存在する。この結果、配向方向が互いに異なる液晶分子が存在する領域同士が、互いに光学的に補償し合い、斜めから見た場合の表示品位を改善し、視野角を拡大できる。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記構成の液晶表示装置 1 0 1 のように、画素内の配向方向を別個に制御しようとする、配向乱れが発生しやすい。したがって、例えば、ソース信号線やゲート信号線などからの外部電界など、単一の配向方向の場合には問題にならなかったような僅かな要因によっても配向乱れが発生する。当該配向乱れは、箇所ごとや画素毎に異なっているため、例えば、図 1 8 に示すように、配向乱れが発生した箇所が暗くなるなど、表示にザラツキが観測され、表示品位を低下させるという問題を生ずる。

【 0 0 0 8 】

また、配向乱れが発生した箇所が暗くなると、全ての箇所で予定した透過率を維持する場合に比べて、画素全体の輝度も低下してしまう。この結果、液晶表示装置の光利用効率（実効開口率）も低下してしまう。

【 0 0 0 9 】

ここで、液晶表示装置の解像度や階調数は、年々、向上しており、1 画素の面積が小さくなっても、より多くの階調を表示可能な液晶表示装置が求められている。ところが、上記配向乱れによって実効開口率が低下すると、白表示時の輝度が低下して階調数の向上が困難になってしまう。なお、画素面積を拡大すると輝度を向上できるが、解像度の向上が難しくなる。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御されている場合であっても、配向乱れが表示に影響せず、表示品位が低下しにくい液晶表示装置を実現することにある。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る液晶表示装置は、上記課題を解決するために、画素に対応する画素電極が設けられた第1基板と、対向電極が設けられた第2基板と、当該両基板間に設けられた液晶層と、上記液晶層の両側に配された偏光素子とを有する液晶表示装置において、以下の手段を講じたことを特徴としている。

【0012】

すなわち、上記液晶層は、上記画素電極と対向電極との間の電圧が、少なくとも予め定められる値の場合に、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御される。さらに、液晶表示装置は、上記各偏光素子および液晶層の間にそれぞれ配され、面内方向のリターデーションが透過光の波長の略4分の1波長に設定されていると共に、互いの遅相軸が直交し、かつ、隣接する上記偏光素子の吸収軸と遅相軸とが45度の角度をなすように設定された4分の1波長層と、上記4分の1波長層の少なくとも一方および液晶層の間に配され、面内方向の主屈折率を n_x1 、 n_y1 、法線方向の主屈折率を n_z1 としたとき、主屈折率 n_z1 が最も小さい負フィルムと、上記偏光素子と4分の1波長層との間の少なくとも一方に配され、面内方向の主屈折率を n_x2 、 n_y2 、法線方向の主屈折率を n_z2 としたとき、主屈折率 n_z2 が最も大きな補償層とを備えている。

【0013】

上記構成の液晶表示装置では、偏光素子および4分の1波長層を通過した光が液晶層に入射するので、液晶層には、略円偏光が入射され、液晶層から出射した光は、4分の1波長層によって、略4分の1波長の位相差が与えられた後、偏光素子を介して出射される。

【0014】

ここで、電圧印加時、あるいは、電圧無印加時の初期配向状態など、画素電極と対向電極との間の電圧が所定の電圧の場合には、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御される。この状態では、液晶層は、配向状態に応じた位相差を透過光に与えるので、円偏光は、楕円偏光に変換される。したがって、4分の1波長層を透過しても直線偏光には戻らず、4分の1波長層の出射光の一部が偏光素子から出射される。これらの結果、印加電圧に応じて偏光素子からの

出射光量を制御でき、階調表示が可能となる。

【0015】

また、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なっているので、配向方向の互いに異なる液晶分子が存在する領域同士が、互いに光学的に補償し合うことができる。この結果、斜めから見た場合の表示品位を改善し、視野角を拡大できる。

【0016】

ここで、上記液晶層では、広視野角確保のために液晶分子の配向方向を画素中で互いに異なるように制御した結果、配向状態の乱れが発生しやすい。したがって、液晶層に直線偏光が入射され、液晶層の出射光が検光子に入射される従来の液晶表示装置の場合は、液晶分子の配向に乱れが発生して、配向方向の面内成分が、偏光素子の吸収軸と一致すると、基板法線方向成分に拘らず、当該液晶分子は、透過光に位相差を与えることができなくなってしまう。したがって、当該液晶分子が存在する領域は、明るさ向上に寄与できず、ザラツキなどが発生してしまう。また、配向方向の面内成分が検光子の吸収軸と一致した液晶分子が明るさ向上に寄与できないので、光利用効率（実効開口率）が低下する。これらの結果、コントラスト比の確保が難しくなり、階調数の増加も困難になってしまう。

【0017】

これに対して、本発明に係る液晶表示装置では、略円偏光が液晶層に入射されるので、液晶層の配向方向についての異方性がなくなり、液晶分子の配向方向と透過光とが、面内成分と基板法線方向との双方で一致していない限り、液晶分子は、透過光に位相差を与えることができる。したがって、広視野角確保のために液晶分子の配向方向を画素中で互いに異なるように制御した結果、配向状態の乱れが発生しやすいにも拘らず、配向が乱れた液晶分子の配向方向が視角と一致していない限り、明るさ向上に寄与できる。この結果、広い視野角を保ちながら、高い光利用効率を確保できる。

【0018】

一方、上記液晶層の液晶分子が基板法線方向（垂直）に配向していると、液晶層は、透過光に位相差を与えることができない。この結果、透過光は、略円偏光を維持したまま、出射される。当該出射光は、4分の1波長層で直線偏光に変換

された後、偏光素子へ入力され、透過が制限される。したがって、液晶表示装置は、黒表示できる。

【 0 0 1 9 】

ただし、液晶分子が垂直に配向していても、基板法線方向から極角だけ傾いた斜め方向から見た場合、液晶分子の配向方向と透過光の方向とが一致せず、液晶層は、極角に応じた位相差を透過光に与えてしまう。ところが、上記負フィルムは、主屈折率 n_z が最も小さいので、液晶層が与える位相差とは逆の位相差を与えることができる。

【 0 0 2 0 】

さらに、上記構成では、厚み方向のリターデーションの正負が、上記負フィルムとは逆の補償層が、偏光素子と4分の1波長層との間に配されている。したがって、例えば、偏光素子の支持体など、負フィルムとして機能する部材が、偏光素子と4分の1波長層との間に介在したり、4分の1波長層が厚み方向のリターデーションを持っていたとしても、これらの部材のリターデーションを、上記補償層で打ち消すことができる。この結果、偏光素子から液晶層まで、および、液晶層偏光素子までにおける、厚み方向のリターデーションの合計が同じであったとしても、上記4分の1波長層を含み、上記偏光素子から4分の1波長層までの厚み方向のリターデーションを削減でき、補償層を持たない場合に比べて、液晶層の補償用のリターデーション（厚み方向）を、液晶層に近づけることができる。したがって、黒表示時の光漏れを防止でき、良好な黒表示が可能になる。

【 0 0 2 1 】

これらの結果、広視野角確保のために液晶分子の配向方向を画素中で互いに異なるように制御した結果、配向状態の乱れが発生しやすいにも拘らず、広い視野角で高いコントラスト比を維持可能な液晶表示装置を実現できる。

【 0 0 2 2 】

なお、この構成の場合、4分の1波長層を2軸性屈折率楕円体で表される位相差フィルムにより作成し、上記負フィルムの特性を4分の1波長層に付加することで、4分の1波長層を負フィルムとして兼用できる。この場合であっても、液晶層の補償用のリターデーション（厚み方向）を液晶層に近づけることができる

ので、良好な黒表示が可能となる。

【0023】

また、上記構成に加えて、上記補償層の各主屈折率は、 $n_x^2 = n_y^2 < n_z^2$ に設定されている方が望ましい。当該構成によれば、補償層の面内方向のリターデーションが0 nmなので、面内方向のリターデーションが存在する場合に発生する色付き現象を防止でき、コントラスト比を高い値に維持できる。

【0024】

さらに、上記各構成に加えて、上記偏光素子と4分の1波長層との間の少なくとも一方に配され、面内方向の主屈折率を n_x^3 、 n_y^3 、法線方向の主屈折率を n_z^3 としたとき、 $n_x^3 > n_y^3$ であり、上記液晶層を基準に同じ側にある偏光素子の吸収軸と n_y^3 軸とが平行となるように設定された偏光素子補償層が設けられている方が望ましい。

【0025】

上記構成によれば、偏光素子補償層の n_y 軸は、偏光素子の吸収軸と平行となる。したがって、吸収軸が互いに直交する偏光素子を有する液晶表示装置を、上記吸収軸の45度の面内方位から斜めにみたときの光漏れを抑制できる。また、上記補償層にて、偏光素子補償層の厚み方向のリターデーションを打ち消すことができるので、偏光素子補償層が設けられているにも拘らず、液晶層の補償用のリターデーション（厚み方向）を、液晶層に近づけることができる。したがって、全ての面内方位において、黒表示時の光漏れを防止でき、良好に黒表示可能な液晶表示装置を実現できる。

【0026】

また、本発明に係る液晶表示装置は、上記課題を解決するために、画素に対応する画素電極が設けられた第1基板と、対向電極が設けられた第2基板と、当該両基板間に設けられた液晶層と、上記液晶層の両側に配された偏光素子とを有する液晶表示装置において、以下の手段を講じたことを特徴としている。

【0027】

すなわち、上記液晶層は、上記画素電極と対向電極との間の電圧が、少なくとも予め定められる値の場合に、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるよう

に制御されると共に、上記各偏光素子および液晶層の間にそれぞれ配され、面内方向のリターデーションが透過光の波長の略4分の1波長に設定されていると共に、互いの遅相軸が直交し、かつ、隣接する上記偏光素子の吸収軸と遅相軸とが45度の角度をなすように設定された4分の1波長層と、上記4分の1波長層の少なくとも一方および液晶層の間に配され、面内方向の主屈折率を n_x1 、 n_y1 、法線方向の主屈折率を n_z1 としたとき、主屈折率 n_z1 が最も小さい負フィルムとを備え、上記4分の1波長層は、面内方向の主屈折率を n_x4 、 n_y4 、法線方向の主屈折率を n_z4 としたとき、 $(n_x4 + n_y4) / 2$ が概ね n_z4 である。

【0028】

上記構成によれば、4分の1波長層の厚み方向のリターデーションが略0に抑制される。したがって、上述の液晶表示装置と同様に、偏光素子から液晶層まで、および、液晶層偏光素子までにおける、厚み方向のリターデーションの合計が同じであったとしても、上記4分の1波長層を含み、上記偏光素子から4分の1波長層までの厚み方向のリターデーションを削減できる。これにより、液晶層の補償用のリターデーション（厚み方向）を、液晶層に近づけることができる。したがって、黒表示時の光漏れを防止でき、良好な黒表示が可能になる。また、上述の液晶表示装置と同様に、液晶層に略円偏光が入射される。これらの結果、広視野角確保のために液晶分子の配向方向を画素中で互いに異なるように制御した結果、配向状態の乱れが発生しやすいにも拘らず、広い視野角で高いコントラスト比を維持可能な液晶表示装置を実現できる。

【0029】

さらに、本発明に係る液晶表示装置は、上記課題を解決するために、画素に対応する画素電極が設けられた第1基板と、対向電極が設けられた第2基板と、当該両基板間に設けられた液晶層と、上記液晶層の両側に配された偏光素子とを有する液晶表示装置において、以下の手段を講じたことを特徴としている。

【0030】

すなわち、上記各偏光素子および液晶層の間にそれぞれ配され、面内方向のリターデーションが透過光の波長の略4分の1波長に設定されていると共に、互い

の遅相軸が直交し、かつ、隣接する上記偏光素子の吸収軸と遅相軸とが45度の角度をなすように設定された4分の1波長層と、上記4分の1波長層の少なくとも一方および液晶層の間に配され、面内方向の主屈折率を n_{x1} 、 n_{y1} 、法線方向の主屈折率を n_{z1} としたとき、主屈折率 n_{z1} が最も小さい負フィルムとを備え、上記液晶層は、上記画素電極と対向電極との間の電圧が、少なくとも予め定められる値の場合に、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御されると共に、上記4分の1波長層を含み、上記偏光素子から4分の1波長層までの厚み方向のリターデーション R_{th1} と、上記4分の1波長層を含まず、当該4分の1波長層から液晶層までのリターデーション R_{th2} とが、 $R_{th2} / (R_{th1} + R_{th2}) \geq 0.1$ を満たしている。なお、上記リターデーション R_{th2} は、液晶層までのリターデーションであって、液晶層自体のリターデーションを含まない。ただし、液晶セル内であっても、基板や薄膜など、液晶層に至るまでの層で位相差が発生していれば、これらの層での位相差は、上記リターデーション R_{th2} に含まれる。

【0031】

上記構成によれば、 R_{th1} および R_{th2} の比率が、上述のように設定されているので、上述の液晶表示装置と同様に、液晶層の補償用のリターデーション（厚み方向）を、液晶層に近づけることができる。したがって、黒表示時の光漏れを防止でき、良好な黒表示が可能になる。また、上述の液晶表示装置と同様に、液晶層に略円偏光が入射される。これらの結果、広視野角確保のために液晶分子の配向方向を画素中で互いに異なるように制御した結果、配向状態の乱れが発生しやすいにも拘らず、広い視野角で高いコントラスト比を維持可能な液晶表示装置を実現できる。

【0032】

さらに、上述の各液晶表示装置の構成に加えて、上記負フィルムの各主屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} は、 $n_{x1} = n_{y1}$ に設定されている方が好ましい。当該構成によれば、負フィルムの面内方向のリターデーションが0nmなので、面内方向のリターデーションが存在する場合に発生する色付き現象を防止でき、コントラスト比を高い値に維持できる。

【 0 0 3 3 】

一方、 $n \times 1 = n y 1$ に設定する代わりに、上記負フィルムは、上記 4 分の 1 波長層および液晶層の間の双方に配され、それぞれの主屈折率 $n \times 1$ 、 $n y 1$ は、互いに異なっており、上記両負フィルムの $n \times 1$ 軸は、互いに直交していると共に、両負フィルムの $n y 1$ 軸は、互いに直交していてもよい。

【 0 0 3 4 】

当該構成では、液晶層の両側に配された負フィルムは、互いの $n \times 1$ 軸および $n y 1$ 軸がそれぞれ直交している。したがって、一方の負フィルムで発生した面内方向のリターデーションは、他方の負フィルムで打ち消される。この結果、上記色付き現象を防止でき、コントラスト比を高い値に維持できる。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

〔第 1 の実施形態〕

本発明の一実施形態について図 1 ないし図 9 に基づいて説明すると以下の通りである。すなわち、図 1 に示すように、本実施形態に係る液晶表示装置 1 は、電圧無印加時には、液晶分子が基板に垂直に配向し、電圧印加時には、配向方向が連続的に変化する放射状傾斜配向を呈する液晶セル 1 1 と、液晶セル 1 1 の両側に配された直線偏光フィルム（偏光素子）1 2 a ・ 1 2 b と、各直線偏光フィルム 1 2 a ・ 1 2 b および液晶セル 1 1 の間に、それぞれ配された $\lambda/4$ 板（4 分の 1 波長層）1 3 a ・ 1 3 b と、各 $\lambda/4$ 板 1 3 a ・ 1 3 b および液晶セル 1 1 の間に、それぞれ配された負フィルム 1 4 a ・ 1 4 b とを備えている。

【 0 0 3 6 】

上記液晶セル 1 1 は、垂直配向（VA）方式の液晶セルであって、薄膜トランジスタ素子（図示せず）と画素電極 2 1（後述）とをマトリクス状に配列した TFT 基板 1 1 a、および、対向電極を有する対向基板 1 1 b の双方に、図示しない垂直配向膜を塗布した後、両基板を貼り合わせ、さらに、両基板の間隙に負の誘電率異方性を有するネマティック液晶を封入するなどして作成される。これにより、電圧無印加時には、液晶層 1 1 c の液晶分子が略垂直に配向すると共に、電圧印加時には、液晶分子が傾斜して水平に配向できる。なお、本実施形態では

、液晶の屈折率異方性 Δn は、0.1であり、セル厚は、 $3\mu\text{m}$ に設定している。また、上記両基板11a・11bが特許請求の範囲に記載の第1および第2基板に対応している。

【0037】

さらに、本実施形態に係る液晶セル11では、図2に示すように、上記TFT基板11aに設けられた各画素電極21に、円形のスリット22が形成されている。これにより、電圧を印加した際、画素電極21の表面のうち、スリット22の直上の領域では、液晶分子を傾斜させる程の電界がかからない。したがって、この領域では、電圧印加時でも液晶分子は垂直に配向する。一方、画素電極21の表面のうち、スリット22近傍の領域では、電界は、スリット22へ厚み方向で近づくに従って、スリット22を避けるように傾斜して広がる。ここで、液晶分子は、長軸が垂直な方向に傾き、液晶の連続性によって、スリット22から離れた液晶分子も同様の方向に配向する。したがって、画素電極21に電圧を印加した場合、各液晶分子は、配向方向の面内成分が、図中、矢印で示すように、スリット22を中心に放射状に広がるように配向、すなわち、スリット22の中心を軸として軸対称に配向できる。ここで、上記電界の傾斜は、印加電圧によって変化するため、液晶分子の配向方向の基板法線方向成分（傾斜角度）は、印加電圧によって制御できる。なお、印加電圧が増加すると、基板法線方向に対する傾斜角が大きくなり、各液晶分子は、表示画面に略平行で、しかも、面内では放射状に配向する。

【0038】

また、例えば、40インチのような大型の液晶テレビを形成する場合、各画素のサイズは、1mm四方程度と大きくなり、画素電極21に1つつスリット22を設けただけでは、配向規制力が弱まり、配向が不安定になる虞れがある。したがって、配向規制力が不足する場合には、各画素電極21上に複数のスリット22を設ける方が望ましい。

【0039】

一方、図1に示す上記 $\lambda/4$ 板13a（13b）は、例えば、一軸延伸した高分子フィルムから構成されている。当該フィルムは、複屈折異方性を有している

ので、常光線と異常光線との光路差が入射光の4分の1波長になるように、厚み（基板法線方向の長さ）を設定することで、遅相軸SLaに対して45度の偏光方向を有する直線偏光を円偏光に変換できる。また、円偏光が入射された場合、 $\lambda/4$ 板13bの遅相軸SLbに対して、45度の偏光方向を有する直線偏光に変換できる。本実施形態では、波長550nmにて、各 $\lambda/4$ 板13a・13bの面内のリターデーションが、137.5nmになるように設定している。なお、液晶層11cを形成する際、特開2000-47217号公報記載の液晶表示装置と同様に、ツイスト角が90度となるように、カイラル剤を添付して、TNモードの液晶表示装置と同様に、光の利用効率および白表示時の色バランスを最適化している場合は、液晶セル11でのツイスト角に応じて、 $\lambda/4$ 板13a（13b）の光路差を、4分の1波長からズラす方が望ましい。

【0040】

また、本実施形態に係る液晶表示装置1では、図1に示すように、直線偏光フィルム12aの吸収軸AAaと、直線偏光フィルム12bの吸収軸AAbとが互いに直交するように配されている。また、両 $\lambda/4$ 板13a・13bの遅相軸SLa・SLbは、互いに直交するように配されている。さらに、隣接する $\lambda/4$ 板13a（13b）と直線偏光フィルム12a（12b）とは、遅相軸SLa（SLb）と吸収軸AAa（AAb）とが、それぞれ45度の角度をなすように配置される。

【0041】

さらに、上記負フィルム14a・14bは、面内方向の主屈折率を n_x 、 n_y 、法線方向の主屈折率を n_z としたとき、 $n_x = n_y > n_z$ のフィルムから形成されている。当該フィルムの厚み方向のリターデーションは、厚みをdとすると、 $R_{th} = d \cdot \{ (n_x + n_y) / 2 - n_z \}$ で与えられるので、フィルム材料や厚みによって、負フィルム14a・14bの厚み方向のリターデーション R_{th} を、それぞれ、60nmに設定している。

【0042】

上記構成では、画素電極21と図示しない対向電極との間に電圧を印加していない間、液晶セル11の液晶分子は、垂直配向状態にある。この状態（電圧無印

加時)において、液晶表示装置 1 へ入射した光は、直線偏光フィルム 1 2 a を通り、偏光方向が $\lambda/4$ 板 1 3 a の遅相軸 S L a に対して 4 5 度の直線偏光となる。さらに、当該直線偏光は、 $\lambda/4$ 板 1 3 a を通過することで、円偏光に変換される。

【 0 0 4 3 】

ここで、液晶分子は、配向方向に平行な方向に入射する光に位相差を与えない。したがって、液晶セル 1 1 は、垂直に入射した光へ位相差を与えることができず、殆ど複屈折性を持たない。この結果、 $\lambda/4$ 板 1 3 a を出射した円偏光は、偏光状態を維持したままで液晶セル 1 1 を通過し、 $\lambda/4$ 板 1 3 b へ入射される。円偏光が $\lambda/4$ 板 1 3 b を通過すると、当該円偏光は、偏光方向が $\lambda/4$ 板 1 3 b の遅相軸 S L b に対して 4 5 度の方向、すなわち、直線偏光フィルム 1 2 b の吸収軸 A A b に沿った方向の直線偏光に変換される。したがって、当該直線偏光は、直線偏光フィルム 1 2 b で吸収され、液晶表示装置 1 は、電圧無印加状態で黒表示できる。

【 0 0 4 4 】

これに対して、上記画素電極 2 1 と対向電極との間に電圧を印加すると、液晶セル 1 1 の液晶分子は、スリット 2 2 を中心軸とした放射状に傾斜配向する。この状態であっても、液晶セル 1 1 までは、電圧無印加時と同様に偏光状態が変換され、液晶セル 1 1 へ円偏光が入射される。

【 0 0 4 5 】

ただし、電圧印加時には、液晶分子の配向方向が変化して、放射状に傾斜配向している。ここで、液晶分子は、配向方向に平行な方向に入射する光には位相差を与えないが、配向方向と入射方向とが異なっている場合には、両者の角度に応じた位相差を透過光へ与えることができる。

【 0 0 4 6 】

この結果、液晶セル 1 1 へ垂直に入射する光の場合、例えば、スリット 2 2 の真上の領域など、電圧印加時にも液晶分子が基板法線方向に配向している僅かな領域を除いて、液晶セル 1 1 は、透過光に位相差を与えることができ、透過光の偏光状態を変更できる。したがって、液晶セル 1 1 からの出射光は、一般には、

楕円偏光に変化する。この楕円偏光は、 $\lambda/4$ 板 1 3 b を通過しても、電圧無印加時とは異なり、直線偏光にならない。したがって、液晶セル 1 1 から $\lambda/4$ 板 1 3 b を介して直線偏光フィルム 1 2 b へ与えられる光のうち、一部は、直線偏光フィルム 1 2 b を透過できる。ここで、直線偏光フィルム 1 2 b を透過する偏光の量は、液晶セル 1 1 が与える位相差の大きさに依存する。したがって、画素電極 2 1 へ印加する電圧を制御して、液晶分子の配向方向を調整することで、液晶表示装置 1 の各画素の出射光量を変更でき、階調表示が可能となる。

【 0 0 4 7 】

上記構成では、液晶セル 1 1 の液晶分子が放射状に傾斜配向するので、各液晶分子同士が光学的に補償し合う。したがって、面内成分が互いに異なる方向（面内方位）から液晶表示装置 1 を見たとしても、ある画素の表示に関連する液晶分子全体では、透過光に与える位相差が略同じになる。この結果、ある画素の表示に関連する全液晶分子が単一の特定方向に傾斜配向する場合に比べて、広い視野角を確保できる。

【 0 0 4 8 】

ここで、図 1 7 に示す液晶表示装置 1 0 1 のように、広い視野角を確保するために、液晶セル 1 1 1 の液晶分子が放射状に傾斜配向する構成であっても、液晶セル 1 1 1 に直線偏光が入射される構成の場合には、配向方向の面内成分が、直線偏光の向きと一致する方向に傾斜配向する液晶分子群が存在する。ここで、これらの液晶分子群は、配向方向の法線方向成分に拘らず、透過光に位相差を与えることができないので、当該液晶分子群を透過した光は、垂直配向時と同様に出射側の直線偏光フィルム 1 1 2 b で吸収されてしまう。

【 0 0 4 9 】

この結果、スリットの位置を中心に、直線偏光の方向に沿った領域、および、それに垂直な方向に沿った領域の透過率が低下してしまう。したがって、透過率の低下が大きい場合には、例えば、図 1 8 に示すように、白表示の際、直線偏光フィルム 1 1 2 a ・ 1 1 2 b の吸収軸の方向（クロスニコル）に沿った黒い影（ザラツキ）が視認される虞れがある。

【 0 0 5 0 】

これに対して、本実施形態の構成では、液晶セル 11 に円偏光が入射されているので、放射状に傾斜配向によって広い視野角を確保しているにも拘らず、透過光に位相差を与えることのできない液晶分子は、面内成分および法線方向成分の双方で視角と同一の方向に配向している液晶分子のみである。したがって、寄与できない液晶分子数が少なくなり、影を視認しにくくなる。さらに、影が視認される程度に透過率が低下するとしても、面内成分および法線方向成分の双方で視角と同一でなければ、位相差を与えることができる。したがって、影が表示される領域は、図 3 に示すように、スリット 22 の位置のみとなり、影が表示される領域を大幅に縮小できる。さらに、影が視認されるか否かに拘らず、透過光に位相差を与えることのできる液晶分子の数が多くなる。これらの結果、 $\lambda/4$ 板 13a・13b の無い従来の液晶表示装置 101 に比べて、透過率を約 2 倍に向上でき、光利用効率（実効開口率）および輝度を向上できる。

【0051】

また、上記液晶表示装置 1 では、 $\lambda/4$ 板 13a の遅相軸 SLa と $\lambda/4$ 板 13b の遅相軸 SLb とが互いに直交しているので、 $\lambda/4$ 板 13a および 13b のそれぞれが有する屈折率異方性の波長分散が、互いに相殺し合う。この結果、黒表示状態において、より広い波長範囲の透過光を直線偏光フィルム 12b が吸収でき、色付きのない良好な黒表示を実現できる。

【0052】

ここで、黒表示の際には、液晶分子が垂直に配向しており、液晶セル 11 は、基板法線方向に入射した光に位相差を与えない。ところが、特に、透過型の液晶表示装置では、反射型の液晶表示装置に比べて、液晶セル 11 に対して斜め方向（基板法線方向から傾斜した方向）に入射する光の光量が多い。したがって、基板法線方向から見る場合であっても、基板法線方向の入射光だけではなく、斜め方向からの入射光も表示に関係する。

【0053】

ここで、斜めの入射光は、垂直配向状態の液晶層 11c によっても位相差が与えられる。したがって、比較例として、図 4 に示すように、図 1 に示す液晶表示装置 1 から負フィルム 14a・14b を省略した液晶表示装置 51 の場合は、位

相差が与えられた光（楕円偏光）が $\lambda/4$ 板 1 3 b を通過しても直線偏光に戻らず、一部が直線偏光フィルム 1 2 b を通過してしまう。この結果、本来黒表示であるべき、垂直配向状態であるにも拘らず、光漏れが発生し、表示のコントラスト比が低下する虞れがある。

【 0 0 5 4 】

また、図 5 に示すように、液晶表示装置 1 の表示面を斜め方向から見る場合は、基板に対して斜め方向からの入射光が、さらに大きく表示に寄与するので、より大きな光漏れが発生し、コントラスト比がさらに低下してしまう。この結果、例えば、基板法線方向に対する角度（極度）が 6 0 度の方向におけるコントラスト比は、図 6 に示すように、最大でも、1 0 程度であり、1 0 を下回っている方位も多い。なお、図 6 は、極度が 6 0 度の全ての方向におけるコントラスト比について、面内成分（方位）を変えながら描いている。

【 0 0 5 5 】

これに対して、本実施形態に係る液晶表示装置 1 では、負フィルム 1 4 a ・ 1 4 b が設けられおり、垂直配向状態の液晶セル 1 1 が極度に応じて付加した位相差を、負フィルム 1 4 a ・ 1 4 b で打ち消すことができる。この結果、図 7 に示すように、極度 6 0 度の全方位におけるコントラスト比は、1 0 を超えた値となり、図 4 に示す液晶表示装置 5 1 よりも、視野角の広い液晶表示装置を実現できる。

【 0 0 5 6 】

ここで、直線偏光フィルム 1 2 a から液晶セル 1 1 までの厚み方向のリターデーションと、液晶セル 1 1 から直線偏光フィルム 1 2 b までの厚み方向のリターデーションとの合計 S は、視角に応じて液晶セル 1 1 が不所望に与える位相差を打ち消すように設定する必要がある、変更できない。したがって、挿入位置を変更した場合と比較する。

【 0 0 5 7 】

具体的には、他の比較例として、図 8 に示す液晶表示装置 5 2 のように、負フィルム 1 4 a （1 4 b ）が、 $\lambda/4$ 板 1 3 a （1 3 b ）と液晶セル 1 1 との間ではなく、 $\lambda/4$ 板 1 3 a （1 3 b ）と直線偏光フィルム 1 2 a （1 2 b ）との間

に配されている構成において、極度 60 度の全方位におけるコントラスト比を測定すると、図 9 に示すよう、負フィルム 14 a ・ 14 b を持たない液晶表示装置 51 に比べると、コントラスト比が向上しているが、本実施形態に係る液晶表示装置 1 よりは、コントラスト比が低下しており、コントラスト比が 10 を下回っている方位も存在する。したがって、負フィルム 14 a (14 b) の挿入位置は、 $\lambda/4$ 板 13 a (13 b) と直線偏光フィルム 12 a (12 b) との間よりも、図 1 に示す液晶表示装置 1 のように、 $\lambda/4$ 板 13 a (13 b) と液晶セル 11 との方が、より広い視野角を確保できる。

【 0 0 5 8 】

したがって、上記比較例との比較によって、直線偏光フィルム 12 a から液晶セル 11 までの厚み方向のリターデーションと液晶セル 11 から直線偏光フィルム 12 b までの厚み方向のリターデーションとの合計が同じであっても、負フィルム 14 a (14 b) を液晶セル 11 に近づけた方がコントラスト比が向上することが判明した。

【 0 0 5 9 】

さらに、 $\lambda/4$ 板 13 a (13 b) を含み、直線偏光フィルム 12 a (12 b) から $\lambda/4$ 板 13 a (13 b) までにおける厚み方向のリターデーション R_{th1} と、 $\lambda/4$ 板 13 a (13 b) を含まず、 $\lambda/4$ 板 13 a (13 b) から液晶層 11 c までの厚み方向のリターデーション R_{th2} との比率 K を変化させながら、シミュレーションによってコントラスト比を求めた。

【 0 0 6 0 】

この結果、以下の式 (1) に示すように、

$$K = R_{th2} / (R_{th1} + R_{th}) \geq 0.1 \quad \dots (1)$$

を満たしていれば、コントラスト比の向上が認められた。さらに、比率 K は、大きい程良く、最大値 1.0 の場合が最も表示品位が高いことが判明した。

【 0 0 6 1 】

なお、上記では、液晶セル 11 の両側に負フィルム 14 a ・ 14 b を配した場合を説明したが、厚み方向のリターデーションの合計 S が同じであれば、例えば、厚み方向のリターデーションが 2 倍の負フィルムを、液晶セル 11 の一方のみ

に配しても、本実施形態と略同様の効果が得られる。さらに、この場合であっても、負フィルムの挿入位置は、 $\lambda/4$ 板13a(13b)と液晶セル11との間のように、液晶セル11に近づけた方がよく、上記比率Kを0.1以上に設定する方が好ましいことが確認できた。

【0062】

また、上記では、負フィルム14a・14bを、 $n_x = n_y > n_z$ の一軸延伸フィルムで形成した場合を例にして説明したが、液晶セル11の両側に負フィルム14a・14bを配する場合は、面内の主屈折率 n_x および n_y が等しくない負フィルムを用いてもよい。この場合は、互いの n_x 軸および n_y 軸が直交するように配置することで、 n_x と n_y との不一致に起因する面内のリターデーションを互いに相殺できる。この結果、本実施形態と略同様の効果が得られる。

【0063】

〔第2の実施形態〕

ところで、上記第1の実施形態では、 $\lambda/4$ 板13a・13bとして、一軸延伸フィルムを使用しており、 $\lambda/4$ 板13a・13b自体が厚み方向のリターデーション(約70nm程度)を有している。

【0064】

これに対して、本実施形態に係る液晶表示装置1aでは、 $\lambda/4$ 板13a(13b)として、 $(n_x + n_y)/2 = n_z$ なる2軸性屈折率楕円体で、特性が表されるフィルムを用いている。

【0065】

ここで、厚みをdとすると、厚み方向のリターデーション R_{th} は、 $R_{th} = d \cdot \{(n_x + n_y)/2 - n_z\}$ なので、上記フィルムの厚み方向のリターデーションは、0nmになる。一方、面内方向のリターデーション R_e は、 $d \cdot (n_x - n_y)$ なので、当該フィルムの厚みや材質を選択することで、4分の1波長、すなわち、 $R_e = 137.5 \text{ nm}$ に設定した。

【0066】

また、本実施形態では、第1の実施形態に比べて、 $\lambda/4$ 板13a・13bの厚み方向のリターデーションが減った分だけ、負フィルム14a・14bの厚み

方向のリターデーション R_{th} を増加している。具体的には、本実施形態では、負フィルム 1 4 a ・ 1 4 b として、 $R_{th} = 130 \text{ nm}$ のフィルムをそれぞれ使用している。

【 0 0 6 7 】

上記構成においても、図 7 と同様に、極度 6 0 度における全方位のコントラスト比を測定すると、図 1 0 に示すようになり、第 1 の実施形態と比較して、全方位に渡って、より高いコントラスト比を確保できることが確認できた。

【 0 0 6 8 】

このように、本実施形態では、 $\lambda/4$ 板 1 3 a (1 3 b) の厚み方向のリターデーションを抑制することで、第 1 の実施形態に比べて、厚み方向のリターデーションを液晶セル 1 1 に近づけ、より視野角の広い液晶表示装置を実現できる。

【 0 0 6 9 】

なお、上記では、液晶セル 1 1 の両側に負フィルム 1 4 a ・ 1 4 b を挿入する場合について説明したが、液晶セル 1 1 の一方のみに、双方に挿入する場合の倍のリターデーション R_{th} を有する負フィルムを挿入しても、略同様の効果が得られる。

【 0 0 7 0 】

〔第 3 の実施形態〕

ところで、第 2 の実施形態のように、 $\lambda/4$ 板 1 3 a ・ 1 3 b における厚み方向のリターデーションを 0 に設定すれば、本来なら、上記式 (1) に記載の比率 K を 1 にできるはずであり、最も視野角を拡大できるはずである。

【 0 0 7 1 】

しかしながら、実際には、直線偏光フィルム 1 2 a ・ 1 2 b の支持体として、トリアセチルセルロースを用いることが多く、当該支持体が、数十 nm のリターデーション R_{th} を有する負フィルムとして機能してしまう。また、主屈折率が $(n_x + n_y)/2 = n_z$ の位相差フィルムによって、 $\lambda/4$ 板 1 3 a ・ 1 3 b を作成することも難しい。

【 0 0 7 2 】

これに対して、本実施形態に係る液晶表示装置 1 b では、図 1 1 に示すように

、第1の実施形態の構成に加えて、直線偏光フィルム12a(12b)と $\lambda/4$ 板13a(13b)との間に、直線偏光フィルム12a(12b)の吸収軸AAa(AAb)と直交するように遅相軸が配された偏光板補償フィルム15a(15b)と、リターデーションの正負が負フィルムとは逆で、上記支持体、偏光板補償フィルム15a(15b)および $\lambda/4$ 板13a(13b)の厚み方向のリターデーションを相殺するRth補償フィルム16a(16b)とが設けられている。なお、上記偏光板補償フィルム15a・15bが特許請求の範囲に記載の偏光素子補償層に対応し、Rth補償フィルム16a・16bが補償層に対応する。

【0073】

上記偏光板補償フィルム15a(15b)は、面内リターデーションが60nmである一軸延伸フィルムである。ここで、当該偏光板補償フィルム15a(15b)は、遅相軸Sa(Sb)が隣接する直線偏光フィルム12a(12b)の吸収軸AAa(AAb)と直交している。この結果、吸収軸AAa・AAbが互いに直交する直線偏光フィルム12a・12bを有する液晶表示装置を、吸収軸AAa(AAb)から45度方向の方位から、斜めに見た場合の光漏れを防止できる。

【0074】

また、上記液晶表示装置1bでは、直線偏光フィルム12a・12bの支持体として、トリアセチルセルロースを用い、厚さ方向のリターデーションRthを30nmに設定した。なお、本実施形態では、 $\lambda/4$ 板13a(13b)として、第1の実施形態と同様、1軸延伸フィルムから構成されている。

【0075】

一方、上記Rth補償フィルム16a(16b)は、面内方向の主屈折を n_x 、 n_y 、厚み方向の主屈折率を n_z としたとき、 $n_x = n_y < n_z$ なる1軸性屈折率楕円体で特性が表されるフィルムであって、厚み方向のリターデーション $R_{th} = d \cdot \{ (n_x + n_y) / 2 - n_z \}$ は、-90nmに設定されている。また、 $n_x = n_y$ なので、面内のリターデーションReは、0nmである。

【0076】

上記構成では、 $\lambda/4$ 板 1 3 a (1 3 b) を含み、直線偏光フィルム 1 2 a から $\lambda/4$ 板 1 3 a (1 3 b) までの範囲には、厚み方向のリターデーションを有する部材として、一軸延伸フィルムからなる $\lambda/4$ 板 1 3 a (1 3 b) および偏光板補償フィルム 1 5 a (1 5 b) と、直線偏光フィルム 1 2 a (1 2 b) の支持体とが存在している。ところが、当該範囲には、さらに、これらの負フィルムとはリターデーションの正負が逆の R t h 補償フィルム 1 6 a (1 6 b) が設けられているので、負フィルムによるリターデーションが相殺される。したがって、光漏れの抑制や製造上の理由によって、上記範囲に負フィルムが設けられているにも拘らず、当該範囲における有効な厚み方向のリターデーション R t h 1 を略 0 にでき、有効な厚み方向のリターデーションが、液晶セル 1 1 と接する負フィルム 1 4 a (1 4 b) のみに存在している場合と等価にできる。この結果、図 1 2 に示すように、第 1 および第 2 の実施形態と比較しても、極角 6 0 度の全方位に渡って、コントラスト比の高い液晶表示装置を実現できる。

【 0 0 7 7 】

なお、上記第 1 ないし第 3 の実施形態では、スリット 2 2 によって、液晶分子を軸対称配向させる場合について説明したが、これに限るものではない。例えば、図 1 3 に示すように、スリット 2 2 に代えて、画素電極 2 1 上に略半球状の突起 2 3 を設けてもよい。この場合、突起 2 3 の近傍では、液晶分子は、突起 2 3 の表面に垂直になるように配向する。加えて、電圧印加時において、突起 2 3 の部分の電界は、突起 2 3 の表面に平行になる方向に傾く。これらの結果、電圧印加時に液晶分子が傾斜する際、液晶分子は、面内方向で突起 2 3 を中心にした放射状に傾きやすくなり、液晶セル 1 1 の各液晶分子は、放射状に傾斜配向できる。なお、上記各突起 2 3 は、画素電極 2 1 上に、光感応性樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ工程で加工することで形成できる。

【 0 0 7 8 】

また、液晶分子の配向方向も、上述のように軸対称配向に限るものではなく、画素を複数の範囲（ドメイン）に分割し、各ドメインで液晶分子の配向方向が異なるように制御してもよい。例えば、図 1 4 の構成では、上記突起 2 3 に代えて、四角錐状の突起 2 3 a が設けられている。この構成でも、突起 2 3 a の近傍で

は、液晶分子が各斜面に垂直になるように配向する。加えて、電圧印加時において、突起 2 3 a の部分の電界は、突起 2 3 a の斜面に平行になる方向に傾く。これらの結果、電圧印加時において、液晶分子の配向角度の面内成分は、最も近い斜面の法線方向の面内成分（方向 P 1、P 2、P 3 または P 4）と等しくなる。したがって、画素領域は、傾斜時の配向方向が互いに異なる、4 つのドメイン D 1 ~ D 4 に分割される。この結果、あるドメイン側から液晶表示装置を見た場合、当該ドメインの透過率が低下したとしても、残余のドメインの透過率は低下せず、全体的な透過率の低下を抑制できる。これにより、液晶表示装置の明るさは、視角の面内方位に依存しにくくなる。

【 0 0 7 9 】

また、例えば、図 1 5 に示すように、法線方向の形状が山型で、面内の形状がジグザグと略直角に曲がるストライプ状の凸部 2 4 …を画素電極 2 1 に設けると共に、対向基板 1 1 b の対向電極にも、同様形状の凸部 2 5 を設けて実現することもできる。これらの両凸部 2 4 ・ 2 5 の面内方向における間隔は、凸部 2 4 の斜面の法線と凸部 2 5 の斜面の法線とが一致するように配されている。また、上記各凸部 2 4 ・ 2 5 は、突起 2 3 などと同様に、上記画素電極 2 1 および対向電極上に光感応性樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ工程で加工することで形成できる。

【 0 0 8 0 】

上記構造では、凸部 2 4 のうち、角部 C 以外の線部 L 1（L 2）では、線部近傍の領域 D 1 ・ D 2（D 3 ・ D 4）の液晶分子が山型の両斜面に沿って配向する。なお、両線部 L 1 ・ L 2 は、互いに直交している。この結果、各画素を、配向方向の互いに異なる複数のドメイン D 1 ・ D 2（D 3 ・ D 4）に分割できる。

【 0 0 8 1 】

さらに、例えば、図 1 6 に示すように、対向基板 2 1 b の対向電極上に Y 字状のスリットを上下方向（面内で、略方形状の画素電極 2 1 のいずれかの辺に平行な方向）に対称に連結してなる配向制御窓 2 6 を設けても、マルチドメイン配向を実現できる。

【 0 0 8 2 】

当該構成でも、スリット 2 2 を設けた場合と同様に、対向基板 1 1 b の表面のうち、配向制御窓 2 6 の直下の領域では、液晶分子を傾斜させる程の電界がかからず、液晶分子が垂直に配向する。一方、対向基板 1 1 b の表面のうち、配向制御窓 2 6 の周囲の領域では、対向基板 1 1 b に近づくに従って、配向制御窓 2 6 を避けて広がるような電界が発生する。この結果、液晶分子は、長軸が電界に垂直な方向に傾き、液晶分子の配向方向の面内成分は、図中、矢印で示すように、配向制御窓 2 6 の各辺に略垂直になる。

【 0 0 8 3 】

いずれの場合であっても、4 分割のマルチドメイン配向では、配向方向の面内成分が限定されている。したがって、上述した放射状傾斜配向の場合と異なり、直線偏光を入射する場合であっても、上記方向 P 1 ～ P 4 と直線偏光の方向との角度が 4 5 度になるように設定することで、透過光に位相差を与えることのできない液晶分子数を削減できる。

【 0 0 8 4 】

ところが、このように設定したとしても、ドメイン間の境界領域（B 1 2 など）、あるいは、画素電極 2 1 のうち、外周のエッジ領域では、液晶分子の配向状態が乱れやすいので、配向状態の乱れによって、直線偏光の方向と配向方向の面内成分とが一致し、透過光に位相差を与えることのできない液晶分子数が増大する虞れがある。

【 0 0 8 5 】

具体的には、境界領域では、液晶分子が両側のドメインに存在する液晶分子に支えられるように配向しているので、液晶分子の配向が固定されず、不安定な状態にある。この結果、ちょっとしたきっかけで、両側のドメインからの配向規制力のバランスが崩れると、境界領域の配向状態が変化（傾斜）してしまう。ここで、バランスは、製造工程における配向規制力の僅かなバラツキだけではなく、ゲート信号線やソース信号線に印加される電圧による横方向電界や経時劣化などによっても変化する。したがって、配向状態の変化は、境界領域内の各部分毎に異なるだけではなく、各絵素毎でも異なっている。この結果、直線偏光を入射すると、ザラツキとなって視認される虞れがある。例えば、図 1 6 に示す液晶セル

に直線偏光を入射すると、配向制御窓 26 において、直線偏光フィルム 12a (12b) の吸収軸の方向 (クロスニコル) に沿ったディスクリネーションライン DL が発生し、場所毎および画素毎にディスクリネーションライン DL の状態が異なるため、ザラツキが視認される虞れがある。

【0086】

また、エッジ領域では、配向状態が連続的に変化しており、画素電極 21 の中央部に比べて、例えば、ソース信号線やゲート信号線からの電界など、外部の電界の影響を受けやすい。また、壁構造で配向を制御している場合には、立体的なひずみを受けやすい。このように、エッジ領域では、周囲の影響を受けやすいため、配向規制力が不均一になりやすく、液晶分子の配向状態が変化 (傾斜) しやすい。この配向状態の変化も、境界領域内の各部分毎に異なるだけではなく、各画素毎でも異なっている。この結果、マルチドメイン構成の液晶層に直線偏光を入射すると、配向状態の乱れが、ザラツキとなって視認される虞れがある。

【0087】

これに対して、上記各実施形態では、 $\lambda/4$ 板 13a によって、マルチドメイン配向の液晶セルに円偏光が入射される。この結果、液晶分子の配向状態が乱れたとしても、放射状傾斜配向の場合と同様に、液晶分子の配向方向および視角が面内成分だけではなく基板法線成分も一致しない限り、当該液晶分子 M は、表示に寄与できる。これにより、例えば、図 16 の液晶セルを用いた場合であっても、配向制御窓 26 には、ディスクリネーションライン DL が観察されにくくなる。この結果、広視野角確保のためにマルチドメイン配向の液晶層を用いた結果、画素電極 21 のエッジ領域だけではなく、ドメインの境界領域が存在しているにも拘らず、ザラツキがなく、表示品位の高い液晶表示装置を実現できる。

【0088】

また、上記では、液晶セルの一例として、負の誘電率異方性を有し、初期配向として、基板面に対して垂直に配向すると共に、電圧印加時に、画素内の液晶分子が複数方位に傾斜する液晶層を用いた場合を例にして説明したが、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶やスメクチック液晶あるいはコレステリック液晶と水平配向膜とを組み合わせ、初期配向時には、基板面に対して水平かつ複数

方位に配向するように液晶セル 1 1 を形成してもよい。

【 0 0 8 9 】

いずれの場合であっても、ある電圧を印加した状態で、各液晶分子の配向方向の面内成分が 1 画素内で互いに異なるように、配向方向が制御された液晶層を用いた液晶表示装置であれば、配向状態が乱れやすく、直線偏光を入射するとザラツキが目視しやすいので、本実施形態と略同様の効果が得られる。

【 0 0 9 0 】

さらに、画素内の液晶分子の配向方向が単一方向となるように、液晶分子の配向方向が制御された液晶層であっても、画素のエッジ部分では、例えば、ソース信号線やゲート信号線などのバス配線からの斜め電界によって、配向方向が乱れる虞れがある。また、壁構造で配向を制御しているような場合には、画素周辺に設けられる配線などによって、立体的なひずみが発生すると、配向状態が乱れ、ザラツキが発生する虞れがある。したがって、ある電圧を印加した状態で、各液晶分子の配向方向の面内成分が 1 画素内で互いに異なる液晶層を用いた液晶表示装置であれば、ある程度の効果が得られる。

【 0 0 9 1 】

ただし、マルチドメイン配向や放射状傾斜配向のように、ある電圧を印加した状態で、各液晶分子の配向方向の面内成分が 1 画素内で互いに異なるように、配向方向が制御された液晶層であれば、単一方向となるように配向方向が制御された液晶層に比べて、配向状態が乱れやすく、表示品位が低下しやすい。したがって、当該液晶層に円偏光を入射する方が表示品位をさらに大きく向上できる。

【 0 0 9 2 】

また、垂直配向方式の液晶セルは、TN (Twisted Nematic) 方式の液晶セルに比べて、表示のコントラストが高く、白黒レベル応答速度が速い。さらに、放射状傾斜配向またはマルチドメイン配向を組み合わせることによって、視角の面内方位依存性を抑制できる。したがって、垂直配向方式で、マルチドメイン配向または放射状傾斜配向の液晶セルへ円偏光を入射することで、コントラスト、応答速度、視野角、視角の面内方位依存性および表示品位の全てを満たした液晶表示装置を実現できる。特に、放射状傾斜配向は、マルチドメイン配向と比べて、

直線偏光と組み合わせた場合にザラツキが視認されやすいが、面内方位依存性が少ない。したがって、本実施形態のように、略円偏光を入射して、ザラツキを抑えることによって、表示品位を低下させることなく、面内方位依存性が少ない液晶表示装置を実現できる。

【0093】

なお、上記では、入射光が円偏光となるように、 $\lambda/4$ 板 13a・13b のリターデーションを設定しているが、完全に円偏光でなくても、明るさが余り低下せず、ザラツキが発生しない程度のズレであれば、略円偏光の楕円偏光でもよい。一例として、最も視感度の高い波長 (550 nm) における明るさの変化率が 10% 以内であれば、すなわち、透過率が 0.9 以上であれば、明るさの低下が観察者に認識されにくく、ザラツキも視認されにくい。この条件を満たすリターデーションの範囲を、透過率の測定 (シミュレーション) で導出すると、 $\lambda/4$ 板 13a・13b のリターデーションは、550 nm 付近の光に対して、135 nm であれば、最適であり、95 nm 以上かつ 175 nm 以内の範囲であれば、完全に円偏光でなくても、同様の効果が得られる。

【0094】

【発明の効果】

本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御される液晶層と、液晶層の両側に配された 4 分の 1 波長層と、上記 4 分の 1 波長層の少なくとも一方および液晶層の間に配され、法線方向の主屈折率 n_z1 が最も小さい負フィルムと、上記偏光素子と 4 分の 1 波長層との間の少なくとも一方に配され、法線方向の主屈折率を n_z2 としたとき、主屈折率 n_z2 が最も大きな補償層とを備えている構成である。

【0095】

上記構成の液晶表示装置では、液晶層に略円偏光が入射される。これらの結果、広視野角確保のために液晶分子の配向方向を画素中で互いに異なるように制御した結果、配向状態の乱れが発生しやすいにも拘らず、配向が乱れた液晶分子の配向方向が視角と一致していない限り、明るさ向上に寄与できる。この結果、広い視野角を保ちながら、高い光利用効率を確保できる。

【 0 0 9 6 】

さらに、負フィルムが4分の1波長層と液晶層との間に配され、厚み方向のリターデーションの正負が、上記負フィルムとは逆の補償層が、偏光素子と4分の1波長層との間に配されている。したがって、補償層を持たない場合に比べて、液晶層の補償用のリターデーション（厚み方向）を、液晶層に近づけることができ、黒表示時の光漏れを防止できる。これらの結果、広視野角確保のために液晶分子の配向方向を画素中で互いに異なるように制御した結果、配向状態の乱れが発生しやすいにも拘らず、広い視野角で高いコントラスト比を維持可能な液晶表示装置を実現できるという効果を奏する。

【 0 0 9 7 】

本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、上記構成に加えて、上記補償層の各主屈折率が、 $n_x^2 = n_y^2 < n_z^2$ に設定されている構成である。当該構成によれば、補償層の面内方向のリターデーションが0 nmなので、面内方向のリターデーションが存在する場合に発生する色付き現象を防止でき、コントラスト比を高い値に維持できるという効果を奏する。

【 0 0 9 8 】

本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、上記各構成に加えて、上記偏光素子と4分の1波長層との間の少なくとも一方に配され、面内方向の主屈折率 $n_x^3 > n_y^3$ であり、上記液晶層を基準に同じ側にある偏光素子の吸収軸と n_y^3 軸とが平行となるように設定された偏光素子補償層が設けられている構成である。

【 0 0 9 9 】

上記構成によれば、偏光素子補償層の n_y 軸は、偏光素子の吸収軸と平行となる。したがって、吸収軸が互いに直交する偏光素子を有する液晶表示装置を、上記吸収軸の45度の面内方位から斜めにみたときの光漏れを抑制できる。また、上記補償層にて、偏光素子補償層の厚み方向のリターデーションを打ち消すことができるので、偏光素子補償層が設けられているにも拘らず、液晶層の補償用のリターデーション（厚み方向）を、液晶層に近づけることができる。これらの結果、全ての面内方位において、黒表示時の光漏れを防止でき、良好に黒表示可能

な液晶表示装置を実現できるという効果を奏する。

【0100】

本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御される液晶層と、液晶層の両側に配された4分の1波長層と、上記4分の1波長層の少なくとも一方および液晶層の間に配され、法線方向の主屈折率 n_z1 が最も小さい負フィルムとを備え、4分の1波長層の各主屈折率を、概ね、 $(n_x4 + n_y4) / 2 = n_z4$ を満たすように設定した構成である。

【0101】

上記構成によれば、4分の1波長層の厚み方向のリターデーションが略0に抑制される。したがって、上述の液晶表示装置と同様に、偏光素子から液晶層まで、および、液晶層偏光素子までにおける、厚み方向のリターデーションの合計が同じであったとしても、上記4分の1波長層を含み、上記偏光素子から4分の1波長層までの厚み方向のリターデーションを削減できる。これにより、液晶層の補償用のリターデーション（厚み方向）を、液晶層に近づけることができる。また、上述の液晶表示装置と同様に、液晶層に略円偏光が入射される。これらの結果、広視野角確保のために液晶分子の配向方向を画素中で互いに異なるように制御した結果、配向状態の乱れが発生しやすいにも拘らず、広い視野角で高いコントラスト比を維持可能な液晶表示装置を実現できるという効果を奏する。

【0102】

本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、液晶分子の配向方向が画素中で互いに異なるように制御される液晶層と、液晶層の両側に配された4分の1波長層と、上記4分の1波長層の少なくとも一方および液晶層の間に配され、法線方向の主屈折率 n_z1 が最も小さい負フィルムとを備え、上記4分の1波長層を含み、偏光素子から4分の1波長層までの厚み方向のリターデーション R_{th1} と、上記4分の1波長層を含まず、当該4分の1波長層から液晶層までのリターデーション R_{th2} とが、 $R_{th2} / (R_{th1} + R_{th2}) \geq 0.1$ を満たしている構成である。

【0103】

上記構成によれば、 R_{th1} および R_{th2} の比率が、上述のように設定されているので、上述の液晶表示装置と同様に、液晶層の補償用のリターデーション（厚み方向）を、液晶層に近づけることができる。したがって、黒表示時の光漏れを防止でき、良好な黒表示が可能になる。また、上述の液晶表示装置と同様に、液晶層に略円偏光が入射される。これらの結果、広視野角確保のために液晶分子の配向方向を画素中で互いに異なるように制御した結果、配向状態の乱れが発生しやすいにも拘らず、広い視野角で高いコントラスト比を維持可能な液晶表示装置を実現できるという効果を奏する。

【0104】

本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、上記各構成に加えて、上記負フィルム各主屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} は、 $n_{x1} = n_{y1}$ に設定されている構成である。当該構成によれば、負フィルムの面内方向のリターデーションが 0 nm なので、面内方向のリターデーションが存在する場合に発生する色付き現象を防止でき、コントラスト比を高い値に維持できるという効果を奏する。

【0105】

本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、 $n_{x1} = n_{y1}$ に設定する代わりに、上記負フィルムは、上記4分の1波長層および液晶層の間の双方に配され、それぞれの主屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} は、互いに異なっており、上記両負フィルムの n_{x1} 軸は、互いに直交していると共に、両負フィルムの n_{y1} 軸は、互いに直交している構成である。

【0106】

当該構成では、液晶層の両側に配された負フィルムは、互いの n_{x1} 軸および n_{y1} 軸がそれぞれ直交している。したがって、一方の負フィルムで発生した面内方向のリターデーションは、他方の負フィルムで打ち消される。この結果、上記色付き現象を防止でき、コントラスト比を高い値に維持できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態を示すものであり、液晶表示装置の要部構成を示す模式図

である。

【図 2】

上記液晶表示装置の構成例を示すものであり、画素電極を示す斜視図である。

【図 3】

上記液晶表示装置の表示例を示す説明図である。

【図 4】

本発明の比較例を示すものであり、液晶表示装置の要部構成を示す模式図である。

【図 5】

上記各液晶表示装置において、コントラスト比の評価方法を示す説明図である。

【図 6】

上記比較例に係る液晶表示装置のコントラスト比を示すグラフである。

【図 7】

上記実施形態に係る液晶表示装置のコントラスト比を示すグラフである。

【図 8】

本発明の他の比較例を示すものであり、液晶表示装置の要部構成を示す模式図である。

【図 9】

上記比較例に係る液晶表示装置のコントラスト比を示すグラフである。

【図 1 0】

本発明の他の実施形態を示すものであり、液晶表示装置のコントラスト比を示すグラフである。

【図 1 1】

本発明のさらに他の実施形態を示すものであり、液晶表示装置の要部構成を示す模式図である。

【図 1 2】

上記液晶表示装置のコントラスト比を示すグラフである。

【図 1 3】

上記各液晶表示装置の他の構成例を示すものであり、画素電極を示す斜視図である。

【図 1 4】

上記各液晶表示装置のさらに他の構成例を示すものであり、画素電極を示す斜視図である。

【図 1 5】

上記各液晶表示装置のまた別の構成例を示すものであり、画素電極近傍を示す平面図である。

【図 1 6】

上記各液晶表示装置のさらに他の構成例を示すものであり、画素電極近傍を示す平面図である。

【図 1 7】

従来技術を示すものであり、液晶表示装置の要部構成を示す模式図である。

【図 1 8】

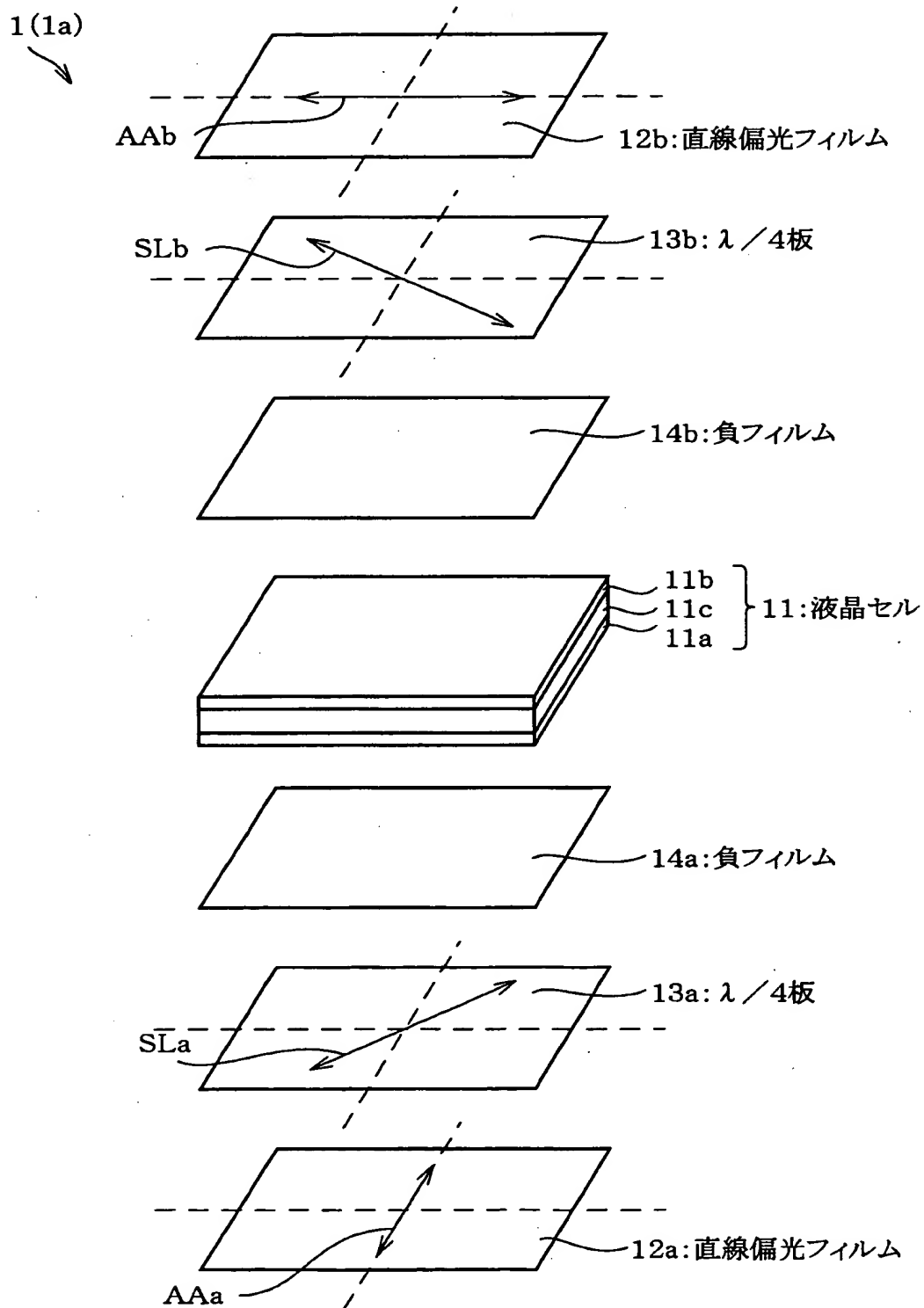
上記液晶表示装置の表示例を示す説明図である。

【符号の説明】

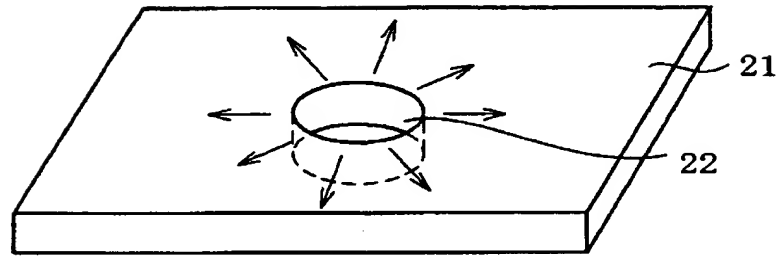
1・1 a・1 b	液晶表示装置
1 1 a	T F T基板（第 1 基板）
1 1 b	対抗基板（第 2 基板）
1 1 c	液晶層
1 2 a・1 2 b	直線偏光フィルム（偏光素子）
1 3 a・1 3 b	$\lambda/4$ 板（4 分の 1 波長層）
1 4 a・1 4 b	負フィルム
1 5 a・1 5 b	偏光板補償フィルム（偏光素子補償層）
1 6 a・1 6 b	R t h 補償フィルム（補償層）
2 1	画素電極

【書類名】 図面

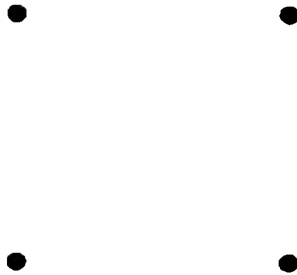
【図 1】



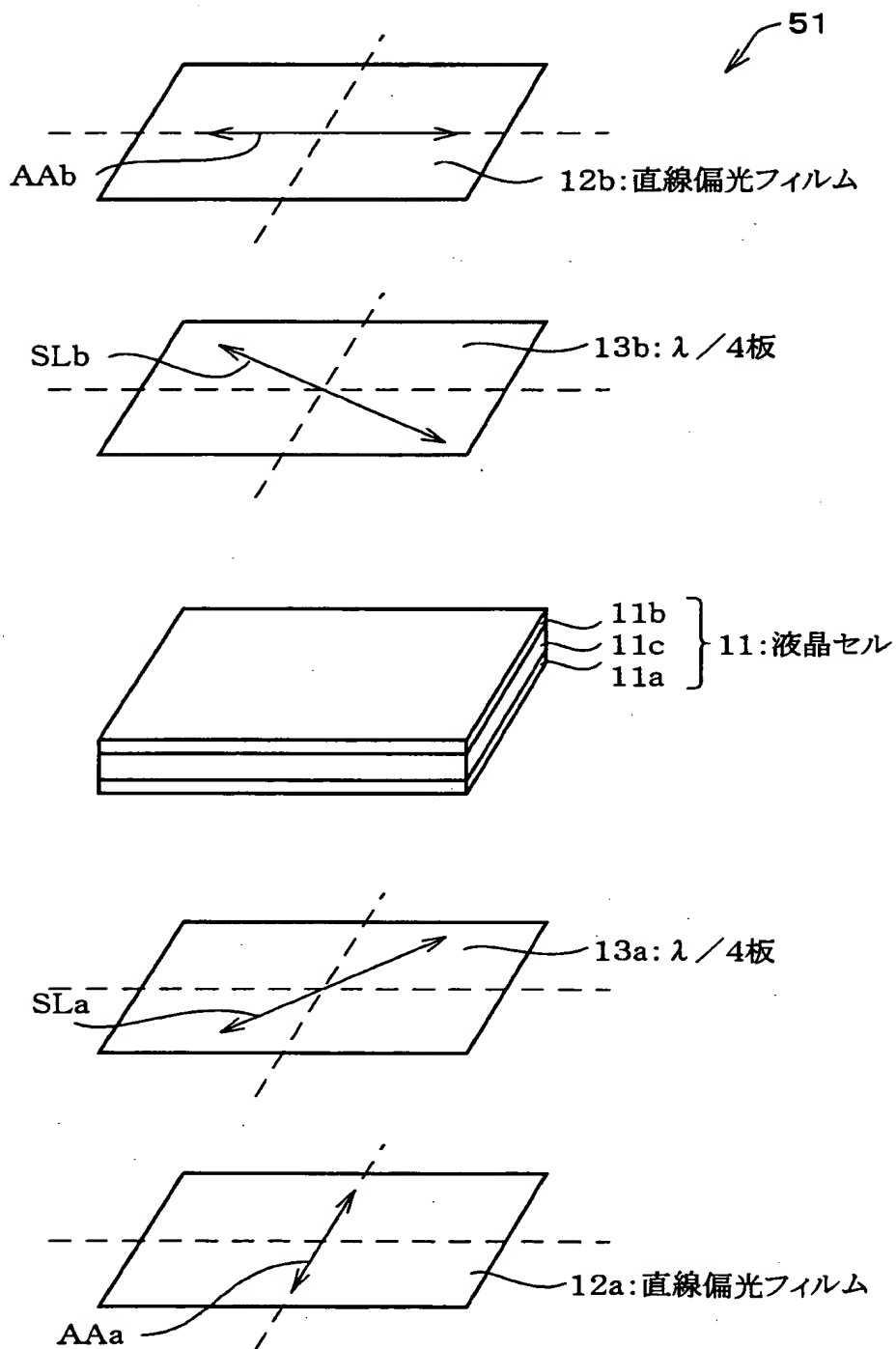
【図 2】



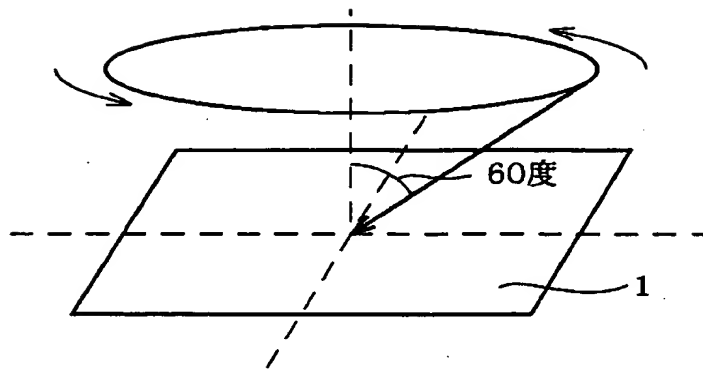
【図 3】



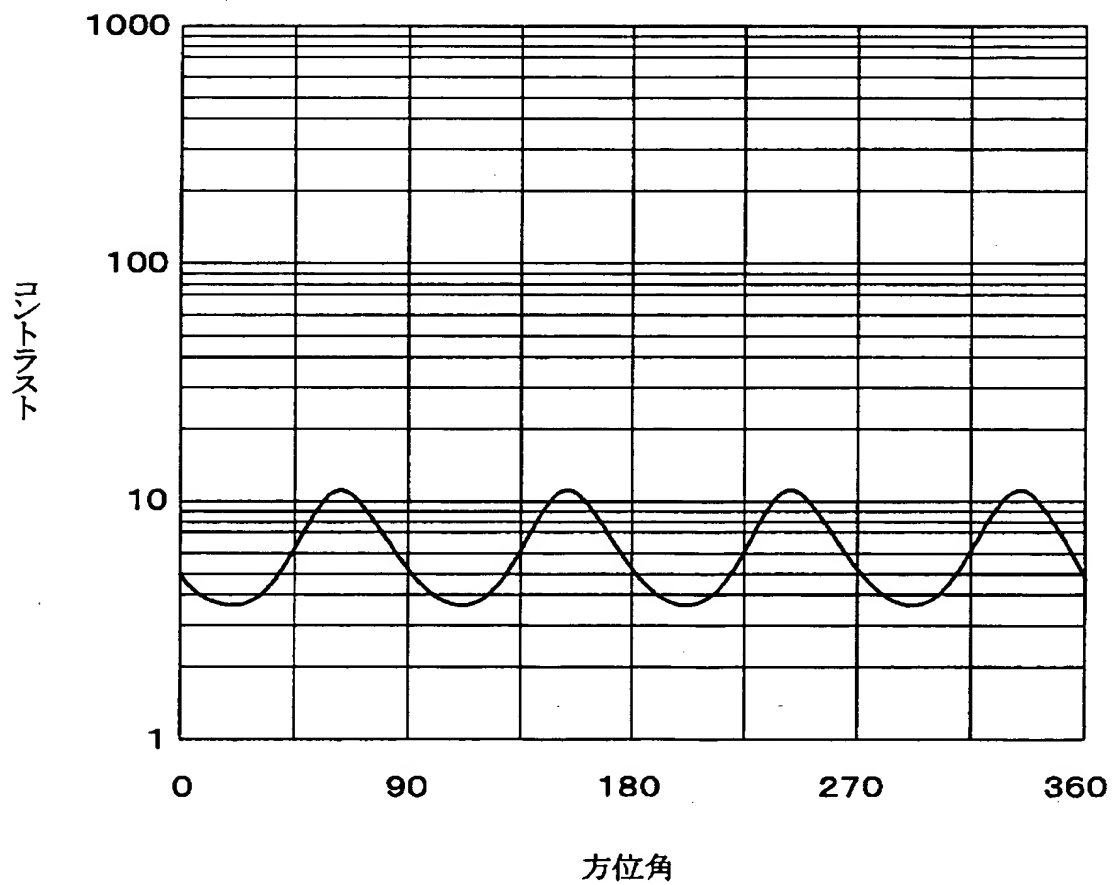
【図4】



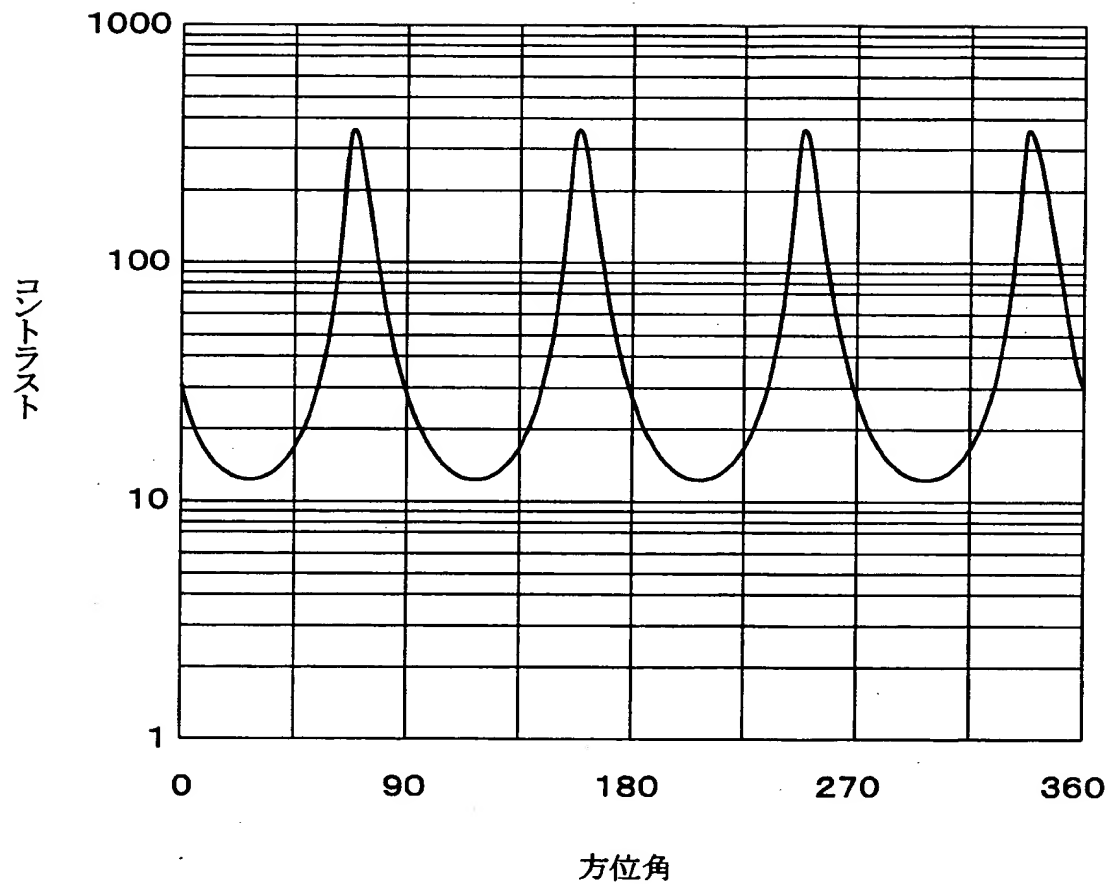
【図 5】



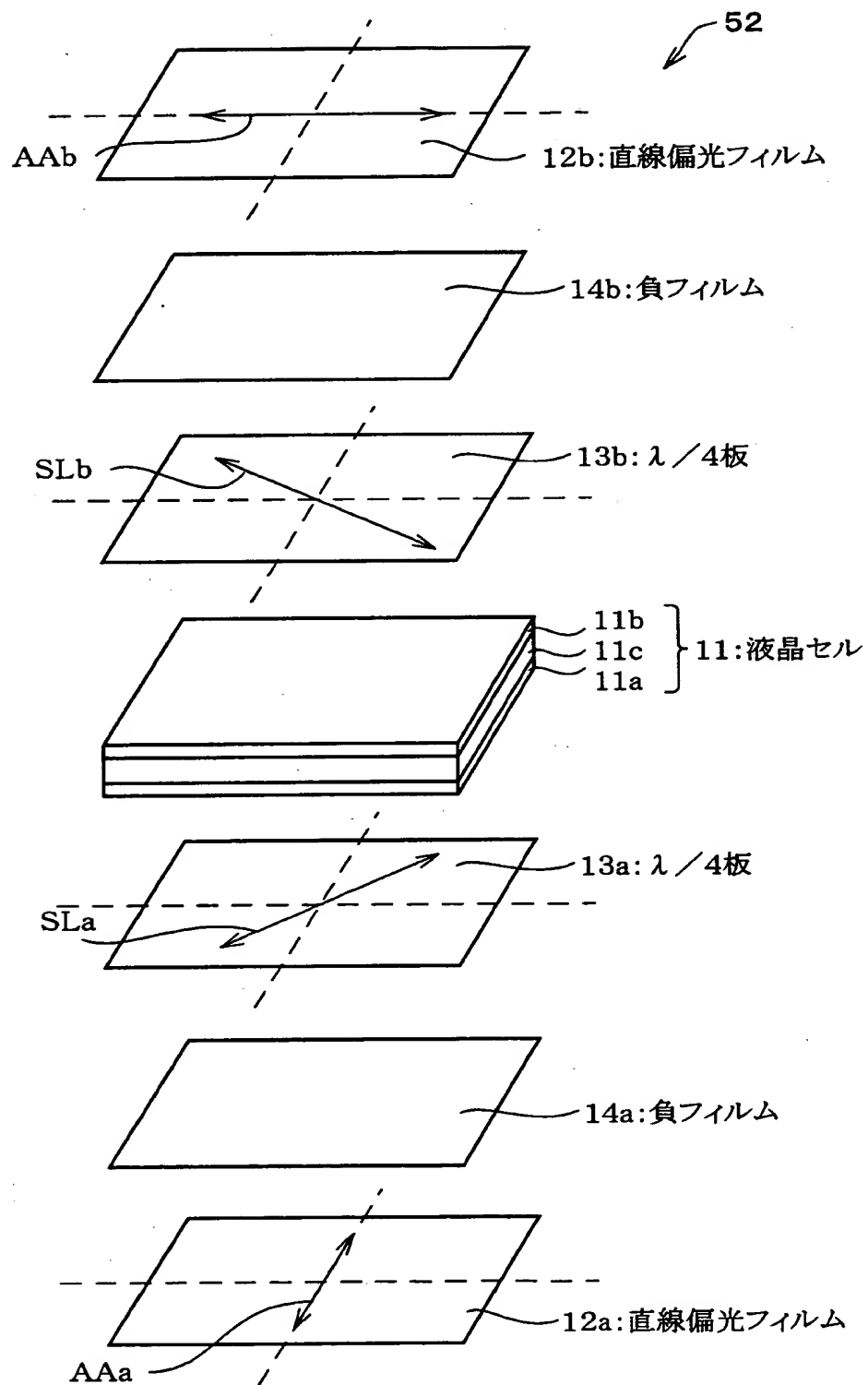
【図 6】



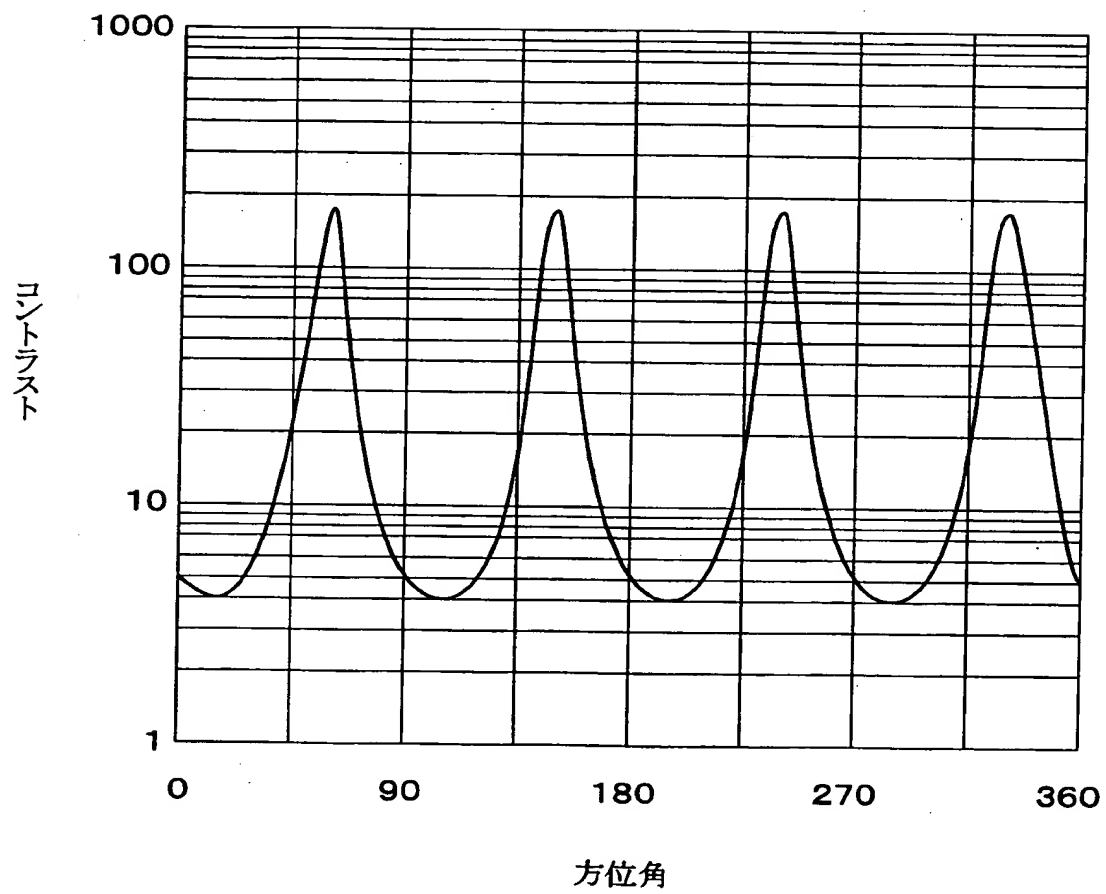
【図 7】



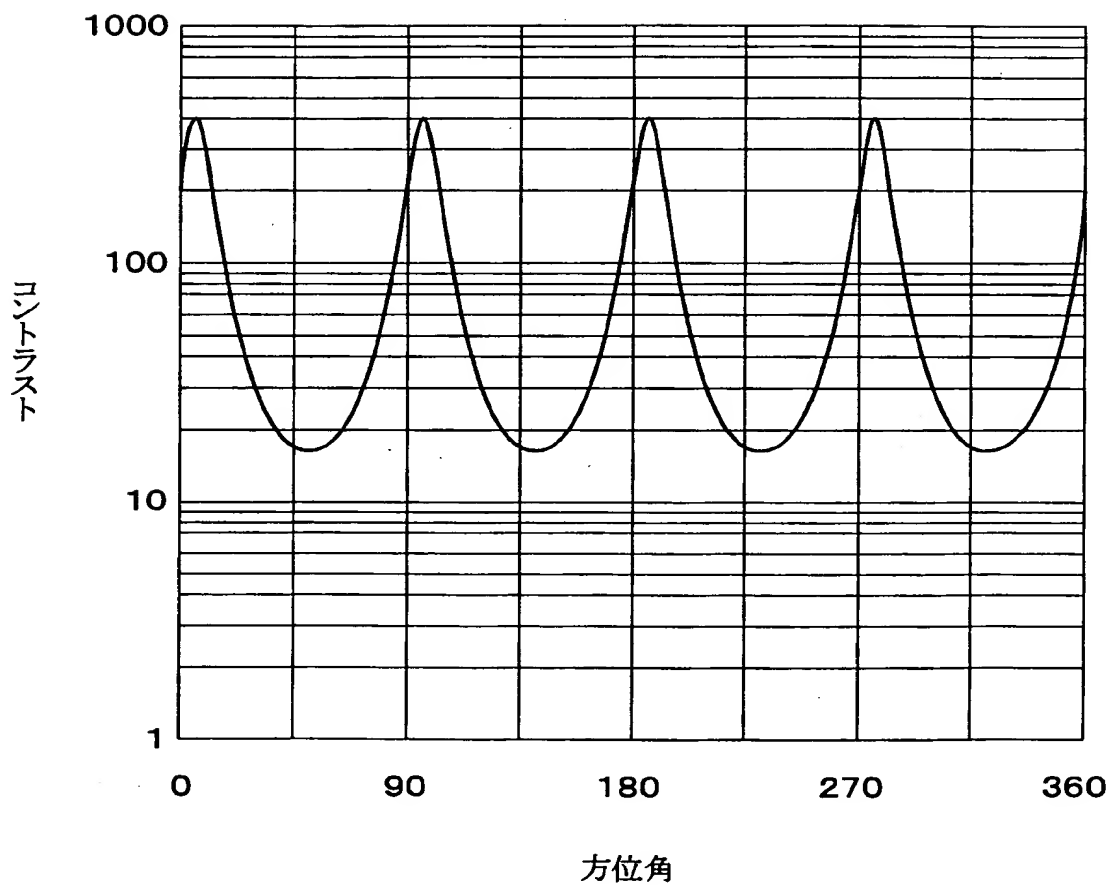
【図 8】



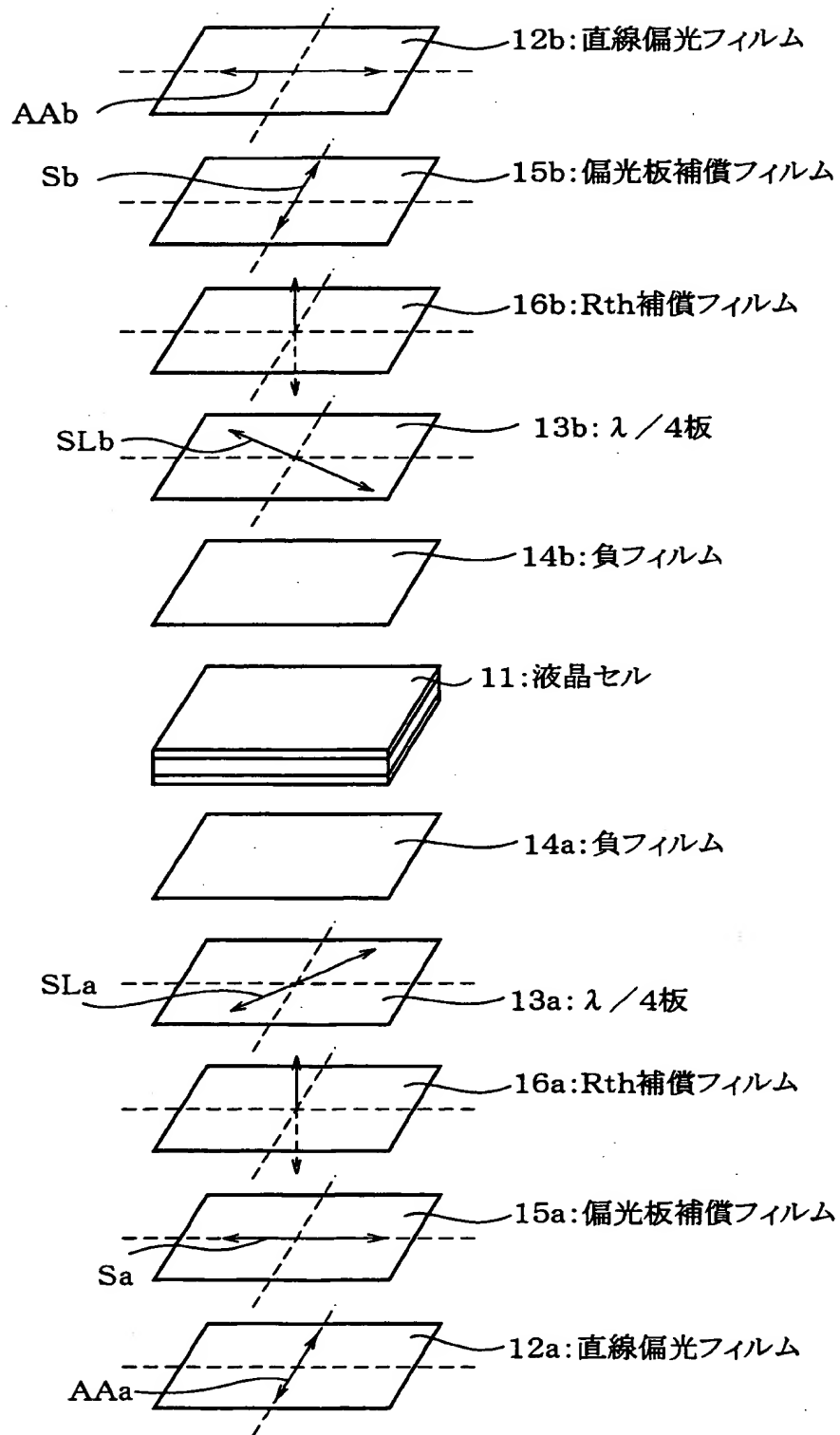
【図9】



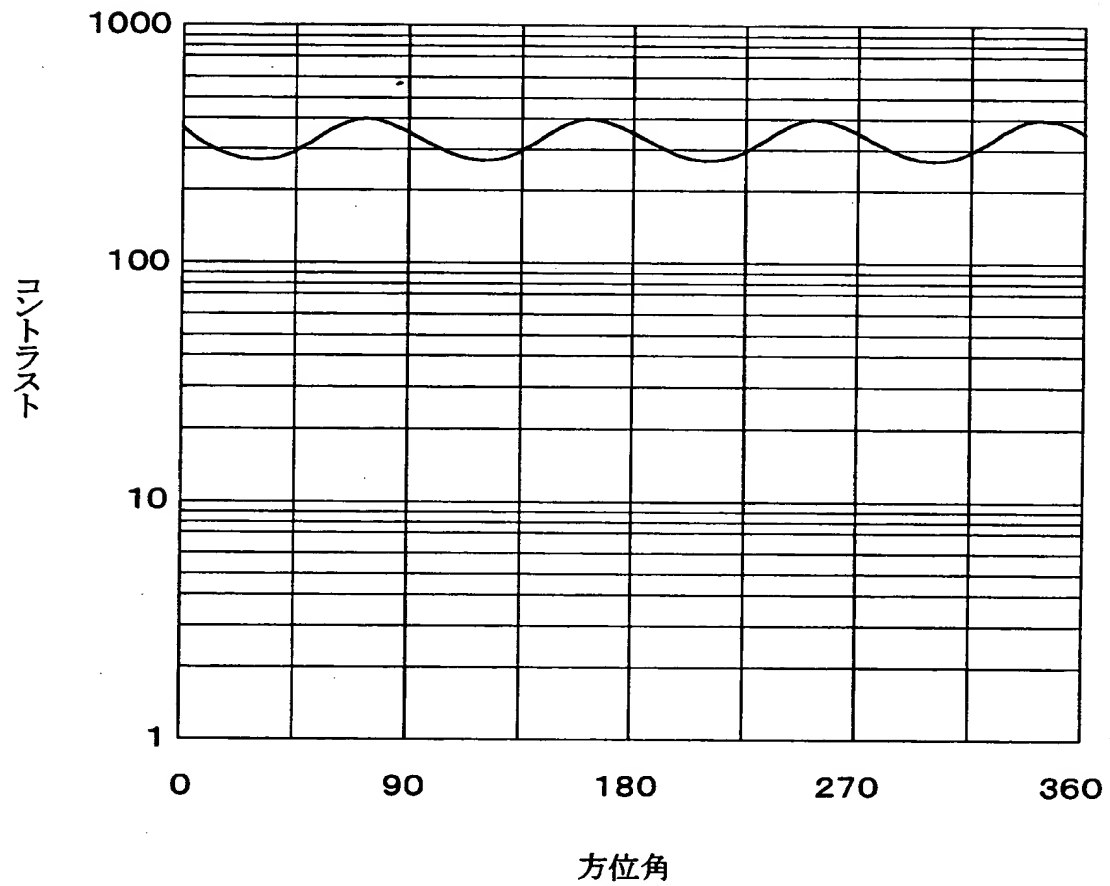
【図 1 0】



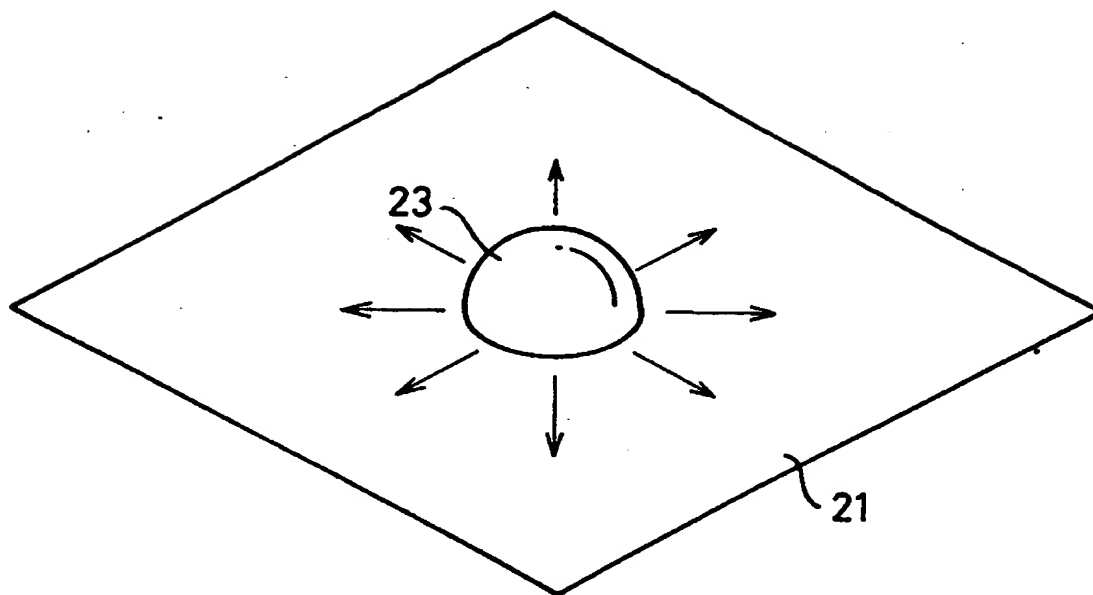
【図 11】



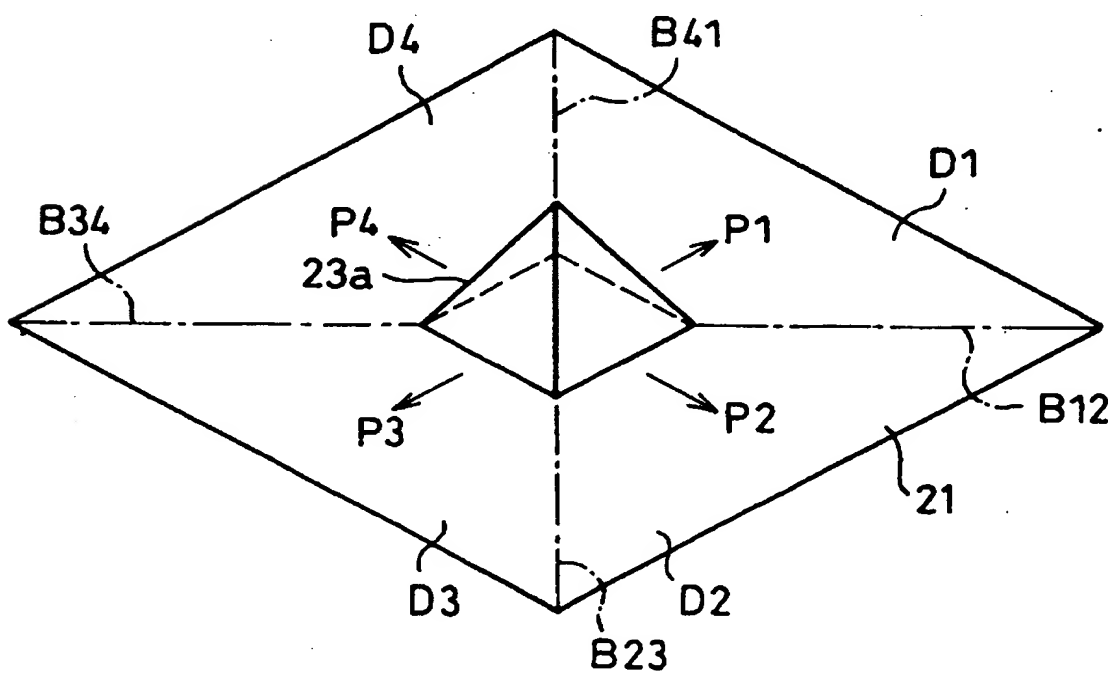
【図 1 2】



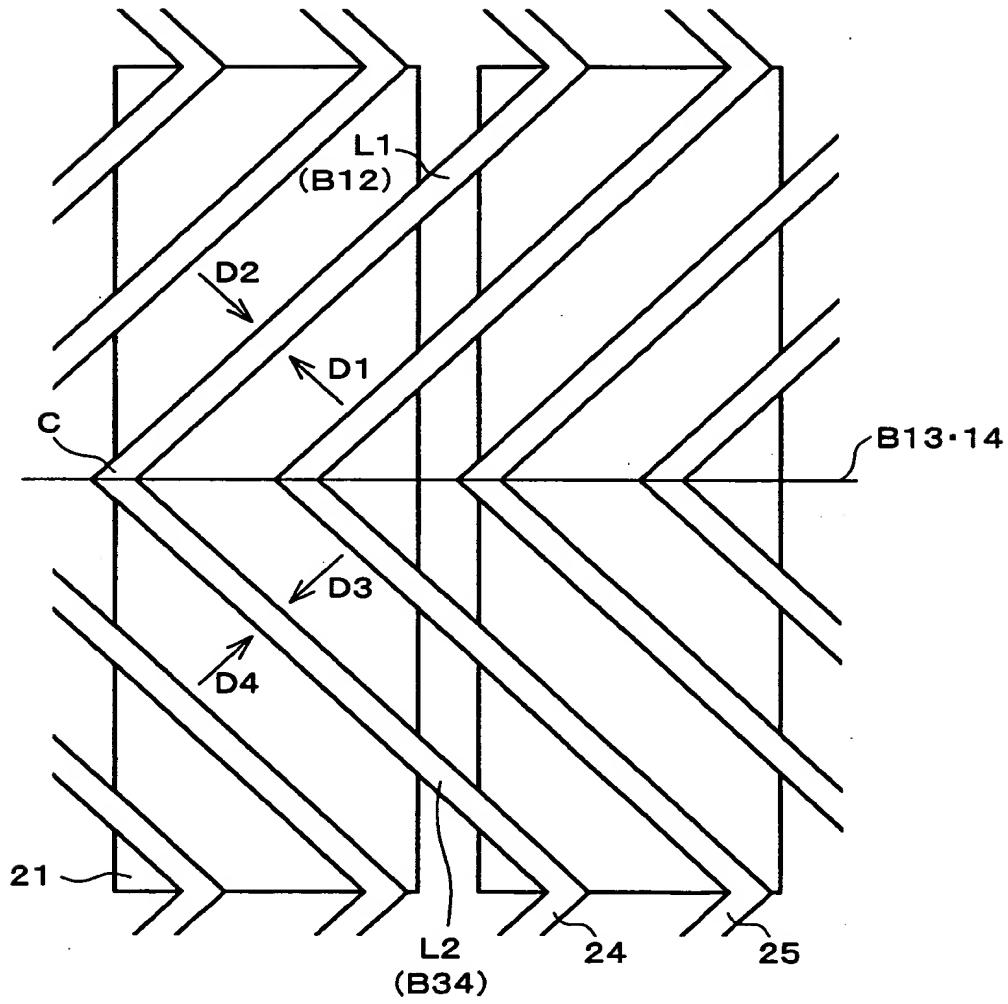
【図13】



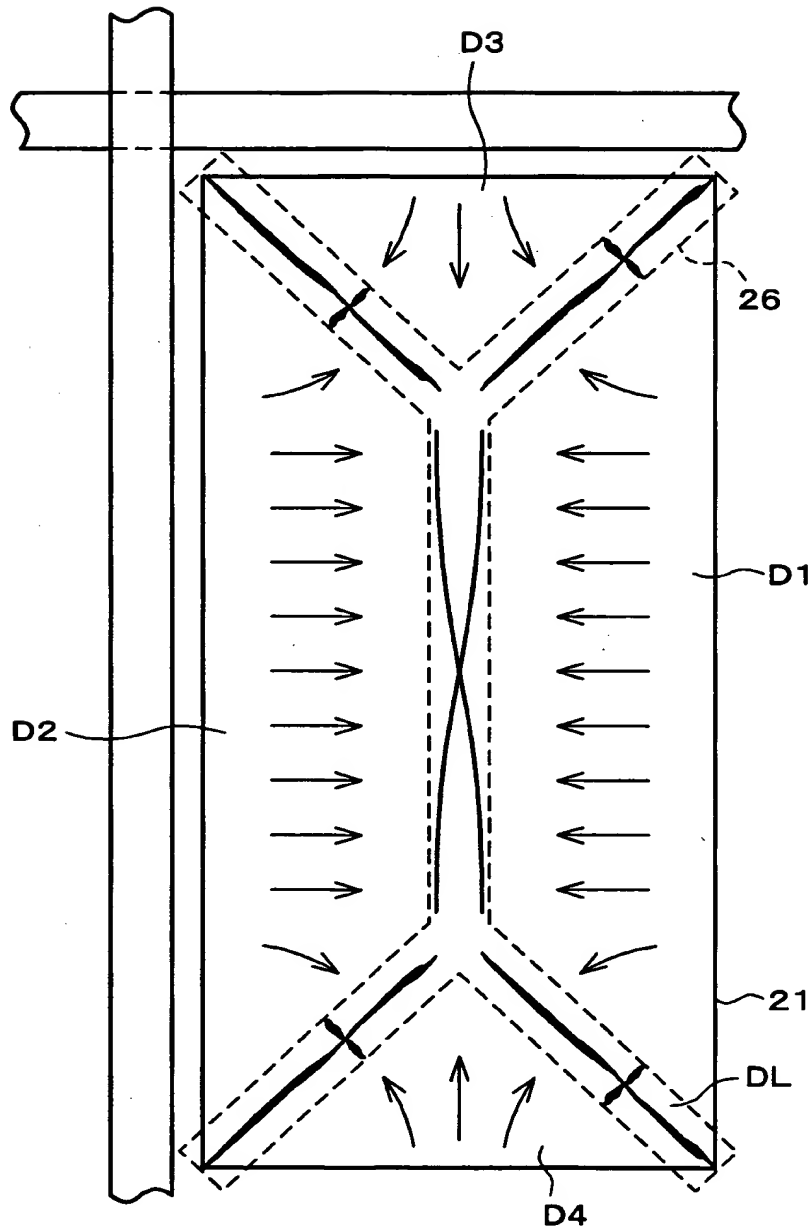
【図14】



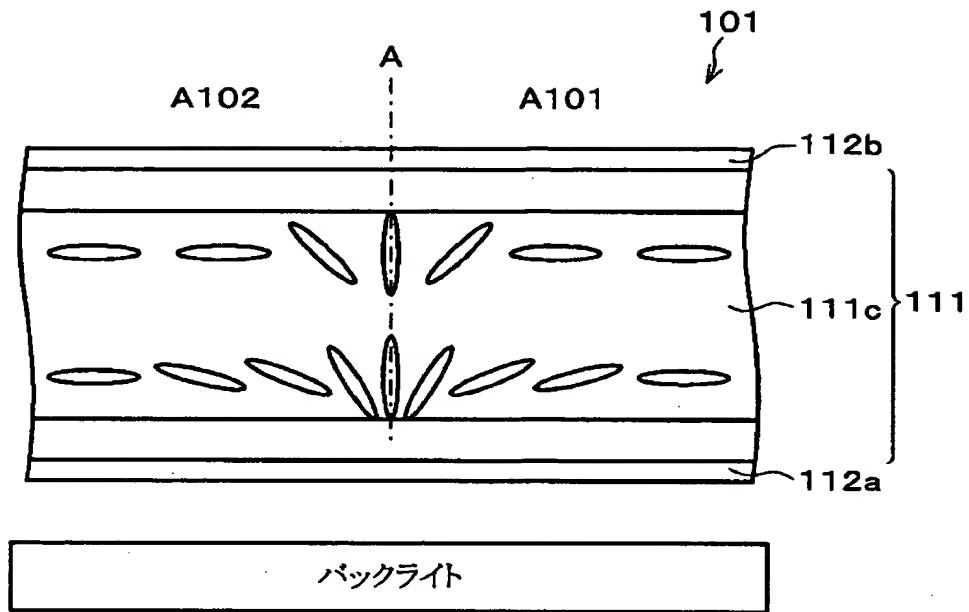
【図15】



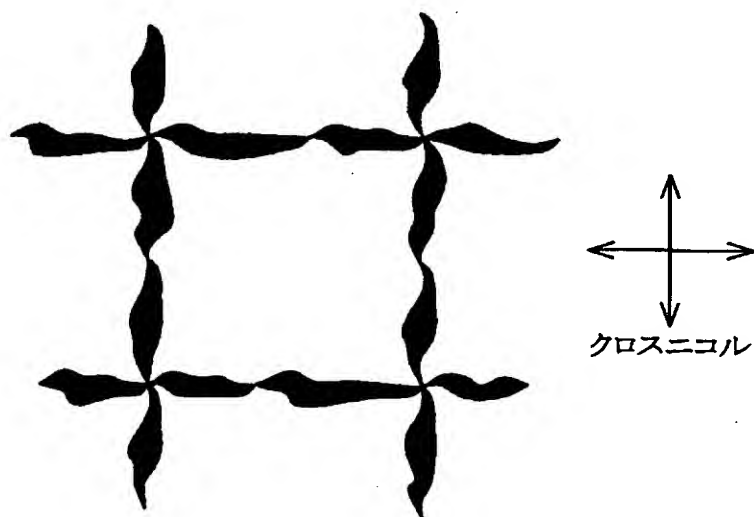
【図16】



【図17】



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 広視野角確保のために、配向方向が別々に制御される液晶層を用いた結果、配向方向が乱れやすいにも拘らず、ザラツキがなくコントラスト比が高い液晶表示装置を実現する。

【解決手段】 液晶表示装置 1 は、液晶セル 1 1 の両側の負フィルム 1 4 a ・ 1 4 b と両者 1 4 a ・ 1 4 b の外側の $\lambda/4$ 板 1 3 a ・ 1 3 b とを備えている。さらに、 $\lambda/4$ 板 1 3 a (1 3 b) を含まず、直線偏光フィルム 1 2 a (1 2 b) から $\lambda/4$ 板 1 3 a (1 3 b) までの厚み方向のリターデーション R_{th1} と、 $\lambda/4$ 板 1 3 a (1 3 b) を含み、 $\lambda/4$ 板 1 3 a (1 3 b) から液晶セル 1 1 までのリターデーション R_{th2} とが、 $R_{th2}/(R_{th1}+R_{th2}) \leq 0.1$ に設定される。これにより、厚み方向のリターデーションが液晶セル 1 1 に近づき、光漏れを防止する。また、液晶セル 1 1 には、円偏光が入射され、輝度低下とザラツキとを防止する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名 シャープ株式会社